

---

# DIPLOMARBEIT

---

Herr  
**Martin Michler**

KONZEPTION EINER SICHEREN  
VIRTUELLEN DESKTOP  
INFRASTRUKTUR

2010



Fakultät  
Mathematik/Naturwissenschaften/Informatik

---

# DIPLOMARBEIT

---

## Konzeption einer sicheren virtuellen Desktop Infrastruktur

Autor  
**Martin Michler**

Studiengang:  
Multimediatechnik

Seminargruppe:  
mk06w1

Erstprüfer:  
Prof. Dr.-Ing. Wilfried Schmalwasser

Zweitprüfer:  
Dipl.-Ing. Michael Netzband

Leipzig, 29. Oktober 2010





## Bibliografische Angaben

Michler, Martin: Konzeption einer sicheren virtuellen Desktop Infrastruktur, 91 Seiten, 16 Abbildungen, Hochschule Mittweida (FH), Fakultät Mathematik/Naturwissenschaften/Informatik

Diplomarbeit, 2010

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

## Danksagung

Im Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit möchte ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Schmalwasser für die Betreuung als meinen studentischen Erstbetreuer und Herrn Dipl.-Ing. Michael Netzband als meinen betrieblichen Betreuer hervorheben. Mein Dank geht auch an die GISA GmbH, die mir einen Platz als Diplomand im Unternehmen bereitstellte. Die freundlichen und hilfsbereiten Mitarbeiter ermöglichten ein gutes Arbeitsklima. Dr. Steffen Vieweg und Frau Sandy Schmidt danke ich für die Möglichkeit die Diplomarbeit in der GISA GmbH zu schreiben und für die Konkretisierung meines vorgeschlagenen Themas.

Neben dem besonderen Dank an Herrn Michael Netzband, der mir als stets ansprechbarer Betreuer mit guten Ideen und Tipps für die Umsetzung meiner Diplomarbeit zur Seite stand, geht ein besonderes Dankeschön auch an Sebastian Wolf.

Meinen Eltern danke ich für die Zuversicht und das Vertrauen, dass sie mir im Verlauf der Diplomarbeit entgegen gebracht haben. Zu guter Letzt möchte ich auch meiner Freundin Friederike für ihre Unterstützung sowohl als Kontrollleserin als auch als mentale Stütze während dieser Zeit danken.

# Referat

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit dem Thema der Desktop-Virtualisierung und geht auf die Besonderheiten und technischen Details der virtuellen Desktop Infrastruktur (VDI) ein. Zudem werden Schritte und Maßnahmen für die Konzeption einer virtuellen Desktopumgebung betrachtet und die Desktop-Virtualisierungsprodukte VMWare View 4.0, Citrix XenDesktop 4.0 und Microsofts VDI Suite analysiert und verglichen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>VII</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>IX</b>
<b>1 Problemstellung</b>	<b>1</b>
1.1 Hintergrund . . . . .	1
1.2 Ausgangslage . . . . .	2
1.3 Ziel und Motivation der Arbeit . . . . .	4
<b>2 Zentralisierung der IT-Infrastruktur</b>	<b>7</b>
2.1 Die Anfänge der IT-Infrastrukturen . . . . .	7
2.2 Wandel der IT-Infrastrukturen . . . . .	8
<b>3 Desktop-Virtualisierung als Zentralisierung</b>	<b>11</b>
3.1 Arten der Desktop-Virtualisierung . . . . .	12
3.1.1 Clientseitige Desktop-Virtualisierung . . . . .	12
3.1.2 Serverseitige Desktop-Virtualisierung . . . . .	14
3.1.2.1 Remote Desktop Services (RDS) . . . . .	14
3.1.2.2 virtuelle Desktop Infrastruktur (VDI) . . . . .	16
3.1.2.3 Persönlicher physischer Desktop (Blade-PC) . . . . .	16
3.2 Die Idee hinter der Desktop-Virtualisierung . . . . .	17
3.3 Vergleich gegenüber Client Server Struktur . . . . .	19
3.4 Einordnung im Cloud Computing . . . . .	21

<b>4</b>	<b>virtuelle Desktop Infrastruktur - VDI</b>	<b>23</b>
4.1	Backend-Infrastruktur . . . . .	23
4.1.1	Der Hypervisor . . . . .	23
4.1.2	Der Connection-Broker . . . . .	26
4.1.3	Management Werkzeuge . . . . .	26
4.1.4	Provisioning . . . . .	27
4.1.5	Verbindungsprotokolle . . . . .	27
4.2	Client-Systeme für virtuelle Desktops . . . . .	27
4.3	Sicherheit virtueller Infrastrukturen . . . . .	30
<b>5</b>	<b>VDI Anbieter</b>	<b>33</b>
5.1	Citrix XenDesktop . . . . .	34
5.1.1	Allgemeiner Überblick XenDesktop 4.0 . . . . .	35
5.1.2	Bestandteile einer XenDesktop VDI-Struktur . . . . .	36
5.1.3	Lizenzierung . . . . .	36
5.2	VMWare View 4 . . . . .	38
5.2.1	Allgemeiner Überblick VMWare View 4.0 . . . . .	38
5.2.2	Bestandteile einer View 4.0 VDI-Struktur . . . . .	39
5.2.3	Lizenzierung . . . . .	41
5.3	Microsoft VDI Suite . . . . .	42
5.3.1	Allgemeiner Überblick VDI Suite . . . . .	42
5.3.2	Bestandteile einer VDI Suite Struktur . . . . .	42
5.3.3	Lizenzierung . . . . .	43
<b>6</b>	<b>Theoretische Konzeption</b>	<b>45</b>
6.1	Strategische Überlegungen . . . . .	45
6.1.1	Anforderungen der GISA GmbH . . . . .	45
6.1.2	Klassifizierung der Benutzer . . . . .	47
6.2	Technologische Überlegungen . . . . .	50
6.2.1	Prozessorkonfiguration . . . . .	50
6.2.2	Arbeitsspeicherbedarf . . . . .	52
6.2.3	Storageplanung . . . . .	54
6.3	Wirtschaftliche Überlegungen . . . . .	59

<b>7</b>	<b>Praktische Konzeption</b>	<b>63</b>
7.1	Server . . . . .	63
7.2	Storage . . . . .	66
7.3	Netzwerk . . . . .	69
<b>8</b>	<b>Vergleich der VDI-Lösungen</b>	<b>71</b>
8.1	Die Plattform . . . . .	71
8.2	Das Management . . . . .	75
8.3	Die Protokolle . . . . .	81
8.4	Der Offline Modus . . . . .	84
8.5	Support und Kooperationen . . . . .	87
<b>9</b>	<b>Resümee</b>	<b>89</b>
9.1	Chancen und Risiken der Desktop-Virtualisierung . . . . .	89
9.2	Fazit VMWare und Citrix . . . . .	90
9.3	Bedeutung für die GISA GmbH . . . . .	90
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>93</b>
	<b>Glossar</b>	<b>99</b>
	<b>Anlagenverzeichnis</b>	<b>101</b>



## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Lebenszyklus klassischer PCs und virtueller Desktops . . . . .	20
Tab. 2:	Preisübersicht XenDesktop Lizenzen . . . . .	37
Tab. 3:	Komponentenübersicht View4, Quelle: VMWare View Kaufoptionen .	39
Tab. 4:	Preisübersicht View 4 Lizenzen . . . . .	41
Tab. 5:	Lizenzmöglichkeiten VECD von Microsoft . . . . .	43
Tab. 6:	Benutzergruppen innerhalb der GISA GmbH . . . . .	48
Tab. 7:	IOPS User Level Windows XP, Quelle: [Spr10a] . . . . .	57
Tab. 8:	IOPS Werte Festplatten . . . . .	58
Tab. 9:	Entscheidungsmatrix Managementumgebungen . . . . .	80
Tab. 10:	Komponentenübersicht XenDesktop, Quelle: Citrix Licensing FAQ . .	103
Tab. 11:	mögliche Kosten innerhalb einer VDI-Umgebung; [vgl. Xu09, S.88] .	104





## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Servervirtualisierung GISA GmbH; Quelle: Vorstellung GSE Herr Vieweg	3
Abb. 2:	Arten der Desktop-Virtualisierung ; [vgl. Spr10b]	12
Abb. 3:	Lokale Desktop-Virtualisierung	13
Abb. 4:	Schichtenmodell Hypervisor Typ I	24
Abb. 5:	Schichtenmodell Hypervisor Typ II	25
Abb. 6:	Zero Client PC von PanoLogic; Quelle: PanoLogic	28
Abb. 7:	Ring Schema x86-Architektur ohne und mit Hardwarevirtualisierung	52
Abb. 8:	Page Sharing für virtuelle Maschinen in ESX; Quelle: [VMW74]	53
Abb. 9:	SAN Speicherarchitektur	55
Abb. 10:	Performance Vergleich I/O Datendurchsatz Windows Server 2008 R2	68
Abb. 11:	vSphere vCenter Client; Quelle: <a href="http://www.searchdatacenter.de">www.searchdatacenter.de</a>	73
Abb. 12:	Architekturvergleich VMWare View4 - XenDesktop	76
Abb. 13:	Installationsoptionen View Connection Server	78
Abb. 14:	Vergleich der Bandbreite bei Zugriff auf Office-Anwendungen; Quelle: [vgl. Mie, S.1]	83
Abb. 15:	Schritte für das Offline Arbeiten mit View 4.0	85
Abb. 16:	XenClient Architektur; Quelle: [vgl. Cit10d, S.6]	86



## Abkürzungsverzeichnis

BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
CB	Connectionbroker
CCU	ConcurrentUser
CD-ROM	Compact Disk-Read only Memory
CIO	Chief Information Officer
CPU	Central Processing Unit
DAS	Direct Attached Storage
DDV	Desktop Delivery Controller
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DRS	Distributed Resource Sheduler
E/A	Eingabe/ Ausgabe
EDV	Elektronische Daten Verarbeitung
EPR	Enterprise Resource Planning
EULA	End User License Agreement
FAQ	Frequently Asked Questions
FC	Fibre Channel
FCoE	Fibre Channel over Ethernet
FTP	File Transfer Protocol
GB	Gigabyte
HDX	High Definition User Experience
HTTP	Hyper Text Transfer Protokoll

HTTPS	Hyper Text Transfer Protokoll Secure
ICA	Independent Computing Architecture
IOPS	Input Output per Second
iSCSI	internet Small Computer System Interface
IT	Informationstechnik
LAN	Local Area Network
LUN	Logical Unit Number
MB	Megabyte
NAS	Network Attached Storage
OS	Operatingssystem
PC	Personal Computer
PCoIP	Personal Computer over Internet Protocol
PDA	Personal Digital Assistant
PVS	Provisioning Server
RAID	Redundant Array of Independent Disks
RAM	Random-Access Memory
RDP	Remote Desktop Protocol
RDS	Remote Desktop Services
rpm	rounds per minute
RZ	Rechenzentrum
SAN	Storage Area Network
SPOF	Single Point of Failure
SSD	Solid State Disk
SSL	Secure Socket Layer
TCO	Total Cost of Ownership
TLS	Transport Layer Security
USB	Universal Serial Bus
VDA	Virtual Desktop Access

VDI . . . . .	<b>V</b> irtuelle <b>D</b> esktop <b>I</b> nfrastruktur
vDisk . . . . .	<b>v</b> irtual <b>D</b> isk
VECD . . . . .	<b>V</b> irtual <b>E</b> nterprise <b>C</b> entralized <b>D</b> esktop
VHD . . . . .	<b>V</b> irtual <b>H</b> ard <b>D</b> isk
VLAN . . . . .	<b>V</b> irtual <b>L</b> ocal <b>A</b> rea <b>N</b> etwork
VM . . . . .	<b>V</b> irtual <b>M</b> achine
VMDK . . . . .	<b>V</b> irtual <b>M</b> achine <b>D</b> is <b>K</b>
VMM . . . . .	<b>V</b> irtual <b>M</b> achine <b>M</b> anager
WAN . . . . .	<b>W</b> ide <b>A</b> rea <b>N</b> etwork



# 1 Problemstellung

## 1.1 Hintergrund

In unserer heutigen, globalisierten und technisch-schnelllebigen Welt zählen Informations- und Kommunikationssysteme zu einem entscheidenden Erfolgsfaktor für Unternehmen. Eine reichhaltige Produktpalette, effizientes Management und fähige Mitarbeiter allein sind nunmehr nicht ausreichend, um in einem globalen Geschäftsumfeld erfolgreich zu sein – es bedarf darüber hinaus einer sinnvollen Gestaltung der IT-Infrastruktur eines Unternehmens, damit eine ausgewogene und effiziente digitale Arbeitsweise realisiert werden kann. Neben Kostenfragen rund um die Komponenten innerhalb einer IT-Landschaft spielen Stromverbrauch, Administrierbarkeit, Sicherheit und Flexibilität eine entscheidende Rolle.

Die Abläufe und Vorgänge innerhalb der IT-Infrastruktur eines Unternehmens werden zunehmend komplexer und stellen immer höhere Anforderungen an die eingesetzte Technik und deren Verwaltung, um somit den Endanwendern eine zuverlässige Anwendungsfunktionalität bereitstellen zu können. Damit einher gehen Probleme der Sicherheit, des stetig wachsenden Energieverbrauchs und der Komplexität großer IT-Landschaften. Aufgrund fortschrittlicher Technik und neuer Möglichkeiten der Informationssysteme stellen mehr und mehr Unternehmen viele Bereiche auf eine IT-gestützte Basis um. Die Nachfrage nach Personal Computern für Arbeitsplätze ist dadurch in den letzten Jahren immens gewachsen. Er ist als Arbeitsmittel an den meisten Arbeitsplätzen heutzutage nicht mehr wegzudenken. Die enorme Menge an Computern und die wachsende Vielfalt verschiedener Endgeräte und IT-Systeme stellen Administratoren und den Verwaltungsapparat von Unternehmen stets vor große Überwachungs-, Wartungs- und Kostenprobleme. Die Unternehmen sind somit beständig auf der Suche nach sinnvollen Maßnahmen, ihre IT-Systeme und die damit verbundenen Geschäftsprozesse zu optimieren und perfektionieren.

Eine Möglichkeit dieser Probleme zu begegnen, kann die Virtualisierung, im Sinne einer Zentralisierung von IT-Komponenten, darstellen. Durch sie ist es möglich, Hardware- und Softwarekomponenten zu emulieren. Es wird nicht direkt auf dem real vorhandenen Computer gearbeitet, sondern es werden virtuelle<sup>1</sup> Abbilder verschiedener Hardware- und Softwarekomponenten, so genannte virtuelle Maschinen (VMs), erzeugt, die isoliert voneinander bestehen können. Die virtuellen Maschinen stellen Gast-Systeme auf dem physischen Computer (Host) dar. Innerhalb der Virtualisierung werden mehrere Untergruppen unterschieden. Die Möglichkeiten reichen dabei von der schon weit verbreiteten Servervirtualisierung über die Speichervirtualisierung bis hin zur zunehmend an Bedeutung gewinnenden Desktop-Virtualisierung. Zuletzt genannte untergliedert sich in mehrere Ausprägungen – eine davon stellt die „virtuelle Desktop Infrastruktur“ (VDI) dar. Bei der VDI kommt es zu einer kompletten Auslagerung der klassischen Desktops auf einen Server und somit zur physischen Trennung der Userumgebung und eingesetzten Technik.

## 1.2 Ausgangslage

Die GISA GmbH gilt als einer der größten IT-Dienstleister im Raum Mitteldeutschlands mit einer großen und komplex strukturierten IT-Landschaft. Sie stellt nicht zuletzt aufgrund dessen ein gutes Beispiel für die Betrachtung der Desktop-Virtualisierung als mögliche Ergänzung und Erweiterung der IT-Infrastruktur größerer Unternehmen im produktiven Bereich dar. Aber auch die GISA GmbH sieht sich mit der wachsenden Komplexität rund um die Verwaltung der eigenen IT-Infrastruktur konfrontiert. Neben dem Hauptsitz der GISA GmbH in Halle (Saale), befinden sich weitere Standorte und Geschäftsstellen in Chemnitz, Cottbus, Berlin, Leipzig/Markleeberg, Bielefeld und Frankfurt am Main. Insgesamt werden ca. 500 Mitarbeiter beschäftigt. Der Umfang der Arbeitsplatzumgebung innerhalb der GISA GmbH umfasst derzeit ca. 350 feste Desktop PCs, deren Anzahl laut Prognosen in den nächsten fünf Jahren um nahezu 50 PCs pro Jahr ansteigen. Zusätzlich kommen rund 500 mobile Arbeitsstationen durch den Betrieb von Notebooks und Tablet PCs hinzu. Auf den verschiedenen Clients laufen dabei mindestens 25 Grundprogramme (diverse Microsoft Anwendungen, Java basierte Anwendungen etc.) ohne höhere Ansprüche an die Grafikleistung der eingesetzten Systeme.

---

<sup>1</sup> vir|tu|ell: nicht echt, nicht in Wirklichkeit vorhanden [vgl. RSE08]



Die GISA GmbH unterhält, auf mehrere Standorte verteilt, insgesamt drei Rechenzentren. Das Hauptrechenzentrum, das zu einem der leistungsfähigsten in Deutschland zählt, hat seinen Sitz in Halle, Bruckdorf. Daneben existiert ein Backup-Rechenzentrum direkt in Halle, acht Kilometer vom Hauptsitz der GISA GmbH entfernt und ein Rechenzentrum in Chemnitz. Die GISA GmbH setzt bereits auf Virtualisierung innerhalb der IT-Infrastruktur. So existieren ca. 300 virtuelle Server, die mit Hilfe der vSphere 4.1 Software von VMWare realisiert und betrieben werden. Wie in Abbildung 1 zu sehen, sind die physischen Server sowohl an die Storage Area Network-Speichersysteme (SAN) als auch an das IP-Netzwerk der GISA GmbH mit einer redundanten Anbindung vernetzt. Diese beträgt innerhalb der Rechenzentren mindestens 1 Gbit, in einigen Fällen (z.B. vSphere Server) bis zu 10 Gbit. Bruckdorf und das Backup-Rechenzentrum sind ebenfalls mit 10 Gbit miteinander verbunden. Die SAN-Speichersysteme sind mit 4 Gbit vernetzt.

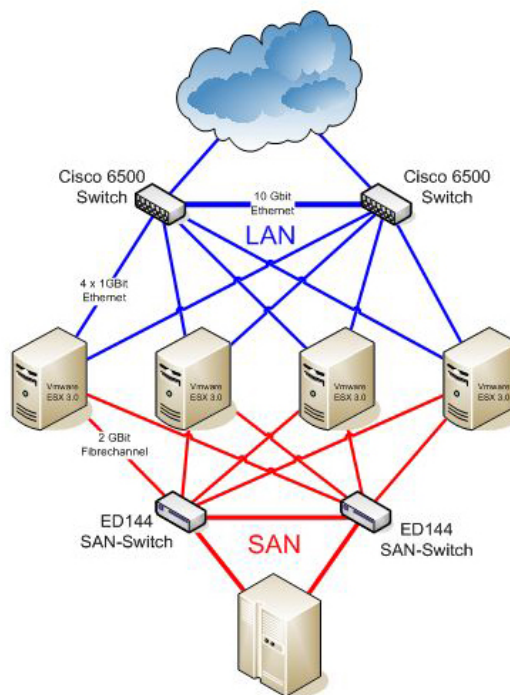


Abbildung 1: Servervirtualisierung GISA GmbH; Quelle: Vorstellung GSE Herr Vieweg

Die Anzahl der insgesamt in der GISA GmbH eingesetzten Server, physisch sowie virtuell, beträgt ungefähr 1100. Neben einer starken Verbreitung von Microsoft Produkten wie Windows Server 2003 kommen auch Solaris und Linux als Betriebssysteme zum Einsatz. Pro Monat kommen durchschnittlich zehn Server, vorrangig in Bruckdorf, dazu.

## 1.3 Ziel und Motivation der Arbeit

Die Virtualisierung ist im Hinblick auf IT-Landschaften eine der wichtigsten aktuellen aber auch in Zukunft aussichtsreichsten Entwicklungen der letzten Jahre. Sie ermöglicht eine effizientere Nutzung und höhere Auslastung vorhandener Hardwareressourcen durch die Aufteilung dieser auf mehrere Nutzer und Systeme und separiert dabei die physische Hardware vom Betriebssystem. Die Trennung von Benutzer und der eingesetzten Hardware und somit die Abstraktion auf virtueller Ebene soll ein flexibleres Zugriffsmodell für IT-Umgebungen schaffen [vgl. RSE08, S.50]. Die Desktop-Virtualisierung als eine der zahlreichen Virtualisierungstechniken stellt, mit der Virtualisierung der Arbeitsplätze, einen der kommenden Trends für zukünftige IT-Strukturen dar.

Vor diesem Hintergrund und ausgehend von den Abschnitten 1.1 und 1.2 wird im Rahmen dieser Diplomarbeit anhand der Desktop-Virtualisierung untersucht, inwieweit diese Art der IT-Infrastruktur als Möglichkeit für die Zentralisierung von IT-Komponenten in Frage kommt und eine Alternative und Ergänzung für die klassische IT-Infrastruktur im Unternehmen der GISA GmbH darstellen könnte. Die GISA GmbH erhofft sich im Zuge der Desktop-Virtualisierung den Einsatz einer neuen, gut administrierbaren und kosteneffizienten Technologie zur Bereitstellung virtueller Desktops sowohl im eigenen Haus als auch bei Partnerunternehmen und später als Angebot für die Kunden.

Hierfür wird eine Analyse vorhandener Virtualisierungs-Lösungen, die derzeit am Markt verfügbar sind, durchgeführt. Eine intensive Betrachtung der jeweiligen Softwarelösung rund um die Desktop-Virtualisierung und die Auseinandersetzung mit technischen und strategischen Überlegungen dienen als Grundlage für einen Vergleich der Angebote und einen Vorschlag für die Konzeption einer ersten virtuellen Desktopumgebung. Ziel ist es, eine möglichst sinnvolle Lösung zu finden, die sich gut in die IT-Struktur der GISA GmbH eingliedern lässt und dabei alle an sie gestellten Anforderungen mit möglichst hoher Kosten- und Aufwandseffizienz meistert.

Verschiedene Faktoren wie Kosten, Hardwareanforderung, die Nutzung bereits vorhandener Ressourcen sowie Vorteile gegenüber Mitbewerbern und gegenüber der klassischen IT-Struktur sind zu beleuchten, um folglich einen möglichst sinnvollen Einsatz der Desktop-Virtualisierung planen zu können. Es soll betrachtet werden, welche Hard- und Software für eine spätere praktische Implementierung innerhalb des Unternehmens notwendig ist. Daran anschließend werden verschiedene Softwarelösungen und deren Funktionsweisen verglichen und vorgestellt.

Die theoretische Betrachtung der Desktop-Virtualisierung will einen Einblick in die Idee hinter dieser Technik und einen ersten Eindruck über die Funktionsweise und den Aufbau geben. Dabei spielen vor allem die einzelnen Komponenten der Softwarelösungen eine Rolle. Ohne eine sinnvolle Erörterung und Auseinandersetzung mit deren Funktionen verliert man innerhalb der Desktop-Virtualisierung schnell den Überblick. Die Ergebnisse werden zeigen, ob die virtuelle Desktop Infrastruktur, als Teil der Desktop-Virtualisierung eine lauffähige und sichere Ergänzung oder gar Alternative zu vorhandener Techniken darstellen kann und inwieweit der Einsatz innerhalb der GISA GmbH sowohl technisch als auch wirtschaftlich sinnvoll ist. Die Beleuchtung der VDI samt ihrer Vor- und Nachteile und ein Vergleich zum Einsatz klassischer Arbeitsplatz-Computer dient dazu, die Möglichkeiten, aber auch die Probleme dieser Zentralisierungstechnik besser verstehen zu können.



## 2 Zentralisierung der IT-Infrastruktur

Aufbau und Organisation von IT-Systemen spielt seit jeher eine entscheidende Rolle in der Entwicklung und der Konzeption von Rechnersystemen und IT-Umgebungen. Die Zentralisierung, also die Sammlung der IT-Ressourcen in einem zentral verwalteten und ausgeführten Server im Rechenzentrum, stellt dabei eine der vielen verschiedenen Möglichkeiten dar, Technik miteinander zu verknüpfen und zusammenarbeiten zu lassen. Das folgende Kapitel soll einen kurzen Einblick in die Anfänge und die Entwicklung der Informationstechnologie geben.

### 2.1 Die Anfänge der IT-Infrastrukturen

Die Zentralisierung der Informationstechnik hat Ihren Ursprung in der Großrechner Organisation Anfang 1960. Damals kamen so genannte Mainframes, also komplexe Computersysteme, zum Einsatz, die zu Beginn ihrer Entwicklung aus Röhrencomputern bestanden und vor allem für militärische Zwecke eingesetzt wurden. Mit der Weiterentwicklung der Transistoren Mitte der 1960er-Jahre und durch die Partitionierung großer Mainframe-Hardware wurde der Mehrprogrammbetrieb eingeführt. Die Partitionierung stellte die erste effiziente Technologie auf dem langen Weg der Virtualisierung dar und ermöglichte den Großrechnern die gleichzeitige Ausführung mehrerer Anwendungen sowie Prozesse und somit eine effektivere Auslastung der Maschinen. Nach und nach wurde das Mainframe-Prinzip um dezentrale Bedienelemente, die so genannten Terminals, erweitert. Die Terminals als Benutzerendgeräte ohne eigene Rechen- und Leistungskapazität dienten der Eingabe von Daten über eine Tastatur und der Ausgabe der vom Mainframe kommenden Daten über einen Monitor. Die eigentliche Datenverarbeitung der eingegebenen Informationen erfolgte ausschließlich auf dem Großrechner, der über ein Netzwerk mit mehreren Terminals verbunden war.

## 2.2 Wandel der IT-Infrastrukturen

Anfang der 1980er-Jahre kam es zur Weiterentwicklung der IT-Struktur durch eine Reihe von richtungsweisenden Entwicklungen. Infolge der Entstehung eines wachsenden Wissenschafts- und Forschungsnetzes, der Einigung auf gewisse Standards zur Übertragungstechnik (TCP/IP) und schließlich durch die Entwicklung des ersten Personal Computers (IBM PC model 5150<sup>2</sup>) 1981 durch IBM wurde ein neues Informationszeitalter eingeleitet und das Terminal-Mainframe Prinzip, als Zentralisierung der Rechenleistung in einem Großrechner, allmählich verdrängt. Die Informationstechnologie war nicht länger großen Unternehmen, die sich raumfüllende Großrechner leisten konnten, vorbehalten, die Nutzung des PCs war nun auch von zu Hause aus möglich und hielt völlig neue Anwendungsfelder bereit. Die ständig steigende Rechenleistung der PCs ermöglichte nun auch, Programme und Berechnungen vom zentralen Großrechner auf die Desktop-PCs auszulagern und somit eine Entlastung der Großrechner und Server zu bewerkstelligen. Der Vormarsch der x86 Technologie<sup>3</sup>, der schnell wachsende Markt für Mikrocomputer und die sinkenden Preise dieser Technologie im Desktop- sowie Serverbereich führten zu einer verteilten Computerumgebung. In dieser fungierte der Desktop-PC als dezentrale Steuereinheit, der Anfragen an die auf Servern verteilten Anwendungen richtete. Die Hardware wurde dabei durch Windows und Linux als Betriebssystem auf vielen Personal Computern unterstützt.

20 Jahre später, Mitte der 1980er-Jahre, wurden die ersten Netzwerke für Personal Computer entwickelt und schafften damit eine Möglichkeit für die gemeinsame Nutzung von Dateien und Druckern. Die Weiterentwicklung der Netzwerke als leistungsfähige und preiswerte lokale Netzwerke (LANs) führte zu einer unternehmensweiten Vernetzung und einer Zentralisierung der Basisdienste. Der Boom der Personal Computer zu Beginn der 1990er-Jahre mit immer kleineren, preiswerteren und leistungsstärkeren Prozessoren wurde vor allem durch die Erfindung des WWW und des mit ihm verknüpften Übertragungsprotokolls „HTTP“ 1989 am Europäischen Institut für Teilchenphysik CERN<sup>4</sup> verstärkt [vgl. Ron09]. Neue Dienste wie FTP und E-Mail wurden für die breite Öffentlichkeit nutzbar. Das Internet stellte einen neuen Weg der multimedialen Präsentation von Informationen dar, die ein Jeder nutzen und einsehen konnte. Daten und Informationen verteilten sich auf lokaler und vernetzter Ebene über das Internet.

---

<sup>2</sup> erster Personal Computer, 16kB Ram, 4,77MHz CPU und 160kB Floppy Laufwerk

<sup>3</sup> Mikroprozessor-Architektur und damit verbundene Befehlssätze, die ihren Namen nach den ersten 8086-Prozessoren von Intel 1978 erhielt [vgl. Wik10c].

<sup>4</sup> Europäische Organisation für Kernforschung; Großforschungseinrichtung in Genf, Schweiz

Der PC führte zu einem radikalen Wandel der Unternehmensstruktur und der Arbeitslandschaft. Klassische Arbeitsplätze wurden auf EDV-gestützte Kommunikations- und Arbeitssysteme umgestellt und eine neue IT-Infrastruktur entstand, die in vielen wichtigen Unternehmenszweigen zum Einsatz kam. Die Client-Server-Umgebung brachte einen hohen Verwaltungsaufwand mit sich. Das Einspielen von Software-Updates zur Einhaltung unternehmensweiter Sicherheitsstandards bedurfte einer großen Aufwendung von Zeit und Know-how. Die steigende Datenflut und die stetig wachsende Anzahl an Client-Desktop-Systemen innerhalb der IT-Infrastrukturen stellt die IT-Industrie heute vor neue Herausforderungen. Durch die Verteilung von Daten und Anwendungen und den hohen Vernetzungsgrad geht die Übersicht leicht verloren und der administrative Aufwand, der nötig ist, um die Systeme zu warten, zu sichern und aktuell zu halten, steigt mit den eingesetzten PC- und Serversystemen. Zusätzlich sind die Komponenten der heutigen Desktop- und Arbeitsplatzumgebungen, wie Hardware, Betriebssystem, Anwendungen, Nutzerprofile und Daten, oft auf eine komplizierte Weise verknüpft, die die Wartung und den Support schwierig gestalten können.

Durch die steigende Zahl von angeschlossenen PC-Systemen und die wachsende Anzahl von zu erfüllenden Aufgaben stieg auch die Anforderung an die eingesetzten Serversysteme. Neue Technologien wie ERP Systeme (SAP/R3) oder Nachrichtensysteme wie Microsofts „Exchange Server“ bauen vollständig auf die Nutzung von Servern und das Client-Server-Modell auf. Fehler und Probleme in einer dieser Komponenten führt folglich häufig zum Komplettausfall des Desktops, schwächt die Produktivität des Mitarbeiters, bedarf Aufwand für die Instandsetzung und senkt somit die Produktivität des gesamten Unternehmens. Nicht zuletzt durch den stetig steigenden Stromverbrauch großer IT-Umgebungen beginnen die Unternehmen auch über den Einsatz der Desktop-Virtualisierung als so genannte „Green-IT“<sup>5</sup> nachzudenken.

Derzeit wird nach neuen Architekturen für IT-Umgebungen gesucht, die kostengünstiger und leichter zu verwalten sind als das klassische Modell. Der Aufwand für Management, Wartung und Reparatur der klassischen Client-Server-Umgebung soll reduziert, der personelle Einsatzbedarf minimiert, der Strombedarf gesenkt und Kosten folglich gespart werden. Derzeitige Bestrebungen führen zurück zur zentralisierten Arbeitsumgebung. Die stark gestiegene Leistungsfähigkeit von Desktop- und Servertechnologie hält dabei viele neue Möglichkeiten bereit.

---

<sup>5</sup> Bestrebungen der Unternehmen, ihre IT-Infrastrukturen möglichst umweltgerecht und stromsparend aufzubauen





### 3 Desktop-Virtualisierung als Zentralisierung

Die Desktop-Virtualisierung ist nur eine von vielen Technologien der Virtualisierung und damit der Zentralisierung von IT-Komponenten, die in den letzten Jahren einen enormen Bedeutungszuwachs erlebte. Erst seit knapp drei Jahren befindet sich die Desktop-Virtualisierung auf dem Vormarsch und wird laut Analysten die nächste große Virtualisierungswelle repräsentieren. Die „International Data Corporation“ erwartet, dass virtualisierte Infrastrukturen bis 2011 einen Anteil von mehr als 10% des deutschen PC-Marktes erzielen werden [Reu07]. Insbesondere in der Verwaltung, dem Gesundheitswesens und dem Finanzwesen findet man bereits Implementierungen der Desktop-Virtualisierung mit bis zu 1000 angeschlossenen Benutzern.

Im Bereich der Informationstechnik steckt die Verbreitung virtueller Desktopstrukturen jedoch aktuell noch in den Anfängen. Nur schrittweise findet die neue Technologie Eingang in die Infrastrukturen großer IT-Firmen. Die späte Annäherung der Unternehmen ist vor allem einer kaum vorhandenen Vorerfahrung und der bis 2007 sehr schleppenden Entwicklung durch die Softwarehersteller geschuldet.

Während Server- und Speichervirtualisierung bereits seit einigen Jahren Einzug in die Rechenzentren von Unternehmen halten, fristete die Desktop-Virtualisierung seit den bescheidenen Anfängen 2004 eher ein Dasein als Nischentechnologie. Erst spät nutzten VMWare, Citrix und Co. die Weiterentwicklung der Netzbandbreite und die aktuellsten Entwicklungen der eingesetzten Serversysteme für die Anwendung der Desktop-Virtualisierungstechnik. Leistungsstarken Servern und immer schnelleren Übertragungsraten innerhalb der Netzwerke ist es zu verdanken, dass eine Auslagerung der kompletten Arbeitsoberfläche der Benutzer in das Rechenzentrum realisierbar geworden ist. Vor allem Chief Information Officer (CIO), zu deutsch die Leiter für Informationstechnologie, sehen im Einsatz von Desktop-Virtualisierung Möglichkeiten, Probleme und Defizite der klassischen Desktop-Landschaften zu lösen und die Verwaltung zu erleichtern.

### 3.1 Arten der Desktop-Virtualisierung

Innerhalb der Desktop-Virtualisierung werden zwei Hauptformen unterschieden. Zum einen hält die Desktop-Virtualisierung die Möglichkeit bereit, virtuelle Computer inklusive komplettem Betriebssystem auf einem lokalen PC, entsprechend einem System im System, zu emulieren (clientseitige Desktop-Virtualisierung ) und zum anderen können virtuelle Desktops, die auf einem Server gehalten werden, mittels eines Remote-Display-Protokolls über ein Netzwerk an Terminals, wie z.B. Thin Clients, verteilt werden (serverseitige Desktop-Virtualisierung ) [vgl. Spr10b, S.8].

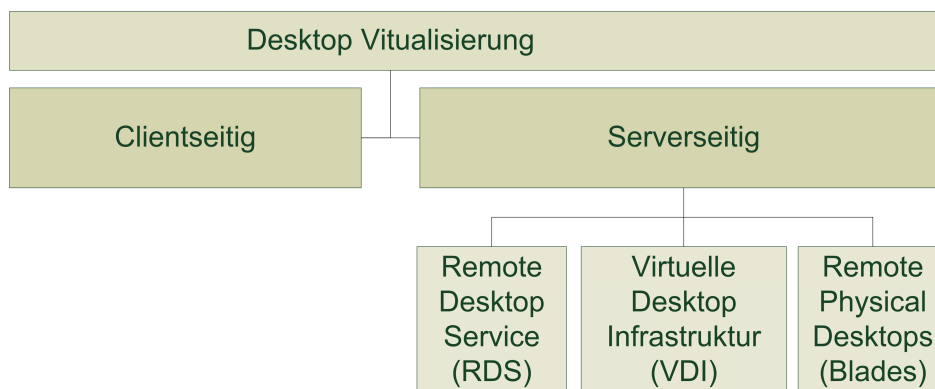


Abbildung 2: Arten der Desktop-Virtualisierung ; [vgl. Spr10b]

Während der Einsatz als lokale virtuelle Umgebung eher auf Test- und Entwicklungsumgebung abzielt und für Demonstrationszwecke dient und in der vorliegenden Arbeit nur als Teil der Desktop-Virtualisierung vorgestellt werden soll, zielt die serverbasierte Desktop-Virtualisierung eher auf den produktiven Betrieb innerhalb von Unternehmen (Callcenter, Finanzwesen, IT-Unternehmen etc.), wissenschaftlichen Einrichtungen wie Schulen und Fachhochschulen und Universitäten mit einer großen Anzahl an Desktops ab und dient als Betrachtungsgrundlage in der vorliegenden Arbeit.

#### 3.1.1 Clientseitige Desktop-Virtualisierung

Bei der Virtualisierung eines kompletten Systems auf einem lokalen PC wird ein Gastsystem in einer sicheren Umgebung oberhalb der Virtualisierungsschicht, isoliert vom eigentlichen System (Host-Betriebssystem), erstellt. Wie in Abbildung 3 zu sehen, können Gastsysteme beliebige Betriebssysteme sein.

Die Wahl der Gastbetriebssysteme ist dabei nicht vom Betriebssystem des Host-PCs abhängig. So können unterschiedliche Betriebssystemarchitekturen auf einem System arbeiten<sup>6</sup>. Die wohl bekannteste Software für die lokale Desktop-Virtualisierung stellt VMWare mit seiner inzwischen siebten Version der „VMWare Workstation“. Andere Anbieter wären zum Beispiel „Virtual Box“ von Sun Microsystems oder Microsofts „Virtual Server“.

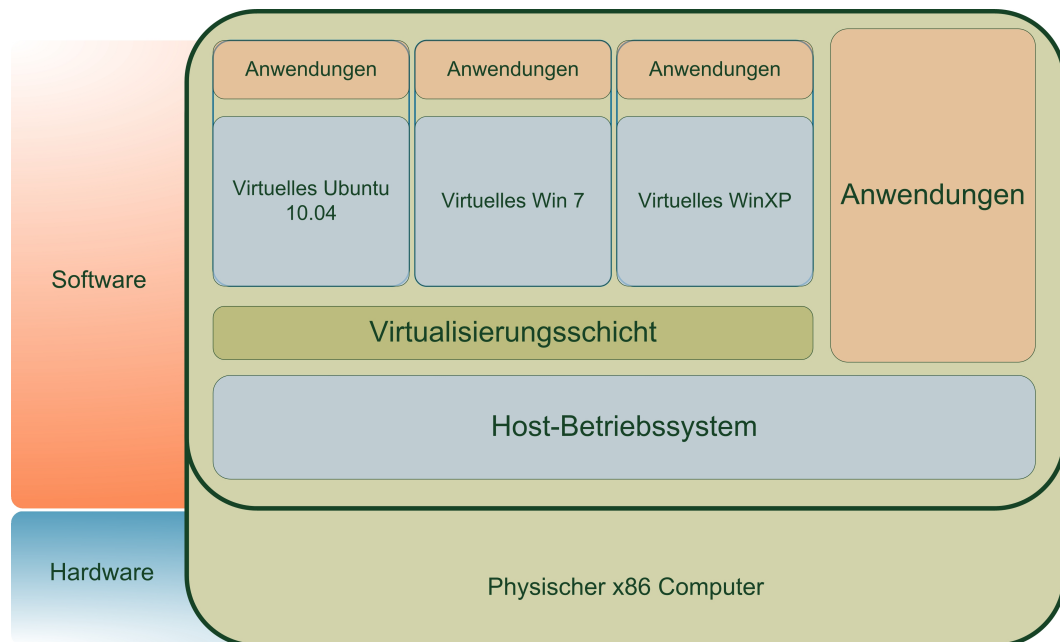


Abbildung 3: Lokale Desktop-Virtualisierung

VMWare setzt als Mindestvoraussetzungen für einen reibungslosen Betrieb einen Rechner mit einer CPU mit 1,5 GHz und 2 GB RAM voraus. Mit einer steigenden Anzahl der gewünschten Gastsysteme steigen natürlich auch die Anforderungen an die Hardware des Host Rechners.

<sup>6</sup> z.B. virtuelles Ubuntu Linux als virtuelle Maschine auf einem Windows 7 Rechner

Innerhalb der Konfiguration der jeweils eingesetzten Virtualisierungssoftware stellt sich der Nutzer seinen virtuellen PC zusammen. Er legt Arbeitsspeicher, Festplattenkapazitäten, Rechenleistung und andere Hardware-Komponenten fest und installiert dann wie gewohnt das Gastbetriebssystem. Dabei greift die Virtualisierungssoftware auf die real vorhandenen physischen Komponenten wie beispielsweise das CD-ROM Laufwerk oder die Grafikkarte zurück und ordnet die physisch vorhandenen Ressourcen den Ressourcen der virtuellen Maschine zu. So ist es in der aktuellen Version der VMWare Workstation bereits möglich, durch den direkten Zugriff des virtualisierten Betriebssystems auf die Grafikkarte des Host Rechners 3D-Funktionen wie beispielsweise die Aero 3D-Grafikoberfläche von Windows 7 zu nutzen.

Vor allem Software-Entwickler und Anwendungstester vertrauen auf die Vorteile einer virtualisierten Arbeitsumgebung innerhalb eines Hostbetriebssystems. Das vom eigentlichen Betriebssystem isolierte System stellt beim Testen neuer Anwendungen oder verschiedener Betriebssysteme keine Gefahr für die Arbeitsumgebung auf dem Host-PC dar.

### **3.1.2 Serverseitige Desktop-Virtualisierung**

Die verteilte Bereitstellung virtueller Desktops auf einem Server unterscheidet drei verschiedene Arten [vgl. Spr10b, S.8]. Dieser Abschnitt stellt die verschiedenen Ansätze der gehosteten Desktop-Virtualisierung in einer kurzen Zusammenfassung vor. Für die Betrachtung innerhalb der Diplomarbeit spielt jedoch lediglich der VDI-Ansatz eine entscheidende Rolle.

#### **3.1.2.1 Remote Desktop Services (RDS)**

Citrix eröffnete in den 90er Jahren als Pionier des Server Based Computing mit der Einführung von Remote Desktop Services (ehemals Terminal Services) neue Wege für die Bereitstellung von Nutzerumgebungen in einer Client-Server-Struktur. Die Terminal-Server-Lösung Citrix XenApp, die ehemals als Citrix Presentation Server bekannt war, und Microsofts Terminal Services stellen die meist genutzten Remote Desktops Services dar. Mit Hilfe von Terminal Services ist es möglich, Desktops und Anwendungen über einen Remote-Zugriff für mehrere Nutzer gleichzeitig nutzbar zu machen.

Die Anwendungen und Desktops liegen dabei auf einem Terminal Server im Rechenzentrum, auf dem jeder verbundene Benutzer innerhalb einer RDS-Struktur eine eigene Terminal Server Session besitzt. Die Benutzer teilen sich die Rechenleistung des zu Grunde liegenden Servers, der die zentrale Ausführung der Programme übernimmt. Dem Benutzer selbst wird über ein Remote-Desktop-Protokoll lediglich die Grafikinformaton auf sein Endgerät übertragen. Eine Individualisierung der Desktops an die jeweiligen Benutzer ist nicht möglich. Die Programme und Funktionen des Desktops stehen allen Anwendern gleichermaßen zur Verfügung. Der Benutzer hat keine Möglichkeit, das System selbstständig zu beeinflussen und anzupassen.

Die Nutzung von Terminal Servern stellt eine günstige und ausgereifte Technologie dar, mit möglichst einfachen Mitteln in Bezug auf Hard- und Software eine hohe Anzahl gleichzeitiger Nutzer mit standardisierten Anwendungen und sogar Desktops zu versorgen. Die Anwendungen und Desktops können schnell, einfach und ortsunabhängig auf einem beliebigen Endgerät bereitgestellt werden. Der geringe Anspruch an die Systemressourcen auf Seiten der Anwender ermöglicht den Einsatz günstiger Endgeräte, wie Thin Clients, und trägt so zu einer effektiven Senkung des Total Cost of Ownership (TCO), also der Gesamtkosten einer bestimmten Infrastruktur, bei. Die Sitzung der Benutzer auf dem Terminal Server bedarf im Gegensatz zu einer eigenen virtuellen Maschine pro virtuellem Desktop nur einem Bruchteil der Systemressourcen auf dem Server und stellt so die Möglichkeit dar, die Nutzerzahl je Server höher auszulasten als bei der virtuellen Desktop Infrastruktur. Neben der fehlenden Individualisierung hat die Technologie vor allem mit den Problemen inkompatibler Software zu kämpfen. Um Programme für die Terminal-Server Umgebung nutzbar zu machen, bedarf es spezieller Terminal Server-Versionen. Auch die Performance kann bei der gleichzeitigen Nutzung anspruchsvoller Programme innerhalb mehrerer Benutzer-Sitzungen leiden. Kommt es dabei in einer Sitzung zum Absturz der Anwendung, führt ein möglicher Absturz des Systems zu einer Unterbrechung aller Benutzer-Sessions.

RDS-Strukturen eignen sich für die schnelle Bereitstellung von nicht-individualisierbaren Desktops und stellen eine gute Ergänzung einer virtuellen Desktopumgebung für komplett standardisierte Arbeitsumgebungen ohne größere Ansprüche an Leistung und Anwendungsumfang dar. Der Einsatz der Remote Desktop Services hängt dabei stark von der Ausprägung der Benutzer und deren Anwendungen ab. Eine umfangreiche Betrachtung der verschiedenen Nutzer und deren Ansprüche an ihre Arbeitsoberfläche stellt die Grundvoraussetzung für eine sinnvolle Kombination aus Remote Desktop Services und virtueller Desktop Infrastruktur dar.

### **3.1.2.2 virtuelle Desktop Infrastruktur (VDI)**

Die virtuelle Desktop Infrastruktur stellt die konsequente Weiterentwicklung der Terminal Server dar. Im Gegensatz zu den gemeinsamen Remote Desktop Services wird einem Benutzer innerhalb einer virtuellen Desktop Infrastruktur eine eigene virtuelle Maschine zugewiesen. Die virtuellen Maschinen werden auf den Servern im Rechenzentrum ausgeführt. Dadurch kann jedem Benutzer eine unabhängige, eindeutige und personalisierte Desktopumgebung zur Verfügung gestellt werden, die isoliert von den Desktopumgebungen paralleler Nutzer ausgeführt wird. Durch diese Endnutzerisolierung und der damit verbundenen Abgrenzung von Anwendungen und möglichen Problemen wird die Stabilität für die einzelnen Benutzer realisiert.

Der besondere Augenmerk der Diplomarbeit soll bei der virtuellen Desktop Infrastruktur als Teil der Desktop-Virtualisierung liegen. Mit Hilfe der VDI lassen sich komplexe Szenarien abbilden, die mit dem Einsatz von Terminal Servern gar nicht oder nur begrenzt möglich sind. So soll dem Benutzer das Verhalten einer physikalischen Maschine mit den Vorteilen der zentralen Verwaltung der Desktopkomponenten zur Verfügung gestellt werden. Die Diplomarbeit richtet sich an den theoretischen Vorbetrachtungen und Überlegungen rund um virtuelle Desktop Infrastrukturen und der Betrachtung führender Anbieter von Software-Lösungen virtueller Desktops aus.

### **3.1.2.3 Persönlicher physischer Desktop (Blade-PC)**

Während die Nutzung von Terminal Servern vor allem auf die Bereitstellung komplett standardisierter Desktopumgebungen und Anwendungen abzielt und die virtuelle Desktop Infrastruktur den Weg in die Individualisierung virtuell bereitgestellter Arbeitsumgebungen ebnet, stellt die Nutzung von Blade-PC Systemen die Optimierung zentral bereitgestellter Desktops dar. Die persönlichen physischen Desktops dienen als leistungsstarke Alternative, wenn RDS und VDI an ihre Grenzen stoßen. Die beiden Technologien erkaufen sich die einfache Bereitstellung und den Einsatz einer breiten Palette günstiger Endgeräte mit der oft fehlenden Unterstützung durch Grafik Prozessoren innerhalb der Client Geräte. Durch den Einsatz physischer Blade Server wird Nutzern mit erhöhten Leistungs- und Multimediaanforderungen, wie beispielsweise 3D-Grafikunterstützung für sehr anspruchsvolle Programme (CAD, 3D-Programme), zusätzliche Grafikunterstützung zur Verfügung gestellt.

Die Desktops werden auf professionellen Blade Servern im Rechenzentrum ausgeführt. Blade Server stellen Baugruppen im Rechenzentrum dar, die im Verbund eine Batterie nicht eigenständiger Computer bilden [vgl. Wik10a]. Jeder Desktop besitzt eine eigene physikalische Maschine, die mit hoher Grafikleistung und eigenem Arbeitsspeicher ausgestattet ist. Dadurch wird die Ausführung von Multimedia-Anwendungen und grafiklastigen 2D/3D Anwendungen für den Endnutzer ermöglicht.

## 3.2 Die Idee hinter der Desktop-Virtualisierung

Die Idee hinter der Desktop-Virtualisierung besteht darin, statt einzelner Komponenten, wie beispielsweise bei der Speichervirtualisierung, den kompletten Desktop eines Arbeitsplatz PCs in das Rechenzentrum zu verlagern. Der gewohnte Desktop wird also nicht mehr von der lokalen Hardware im eigenen Büroraum, sondern von leistungsfähigen Servern innerhalb des Rechenzentrums gehalten. Die Eingaben des Benutzers werden an die VM auf dem Server gesendet, der dort die Berechnungen und Verarbeitungen der Daten vornimmt. Lediglich die Grafikinformatoren werden am eingesetzten Endgerät und damit dem Benutzer präsentiert. Ein Ziel dabei soll sein, den Benutzer der virtualisierten Desktops so wenig wie möglich merken zu lassen, dass der Desktop nicht länger lokal, sondern virtuell im Rechenzentrum läuft. Dadurch ist eine klare Trennung der Komponenten möglich. Die Clients der Anwender dienen als Endpunkte innerhalb der IT-Umgebung und die Verbindungsstruktur der Desktop-Virtualisierung als Kommunikationskanal für den Zugriff, während die technische Realisierung im Rechenzentrum stattfindet.

Jeder angemeldete Benutzer oder Client soll eine virtuelle Maschine zugewiesen bekommen, die dem jeweiligen virtuellen Desktop zu Grunde liegt. Das Betriebssystem ist unabhängig für jeden Client in einer eigenen virtuellen Umgebung installiert. Die angemeldeten Benutzer wissen und spüren nichts von der Existenz mehrerer virtueller Maschinen und die Anwendungen und Desktops laufen voneinander isoliert. Somit werden Konflikte zwischen mehreren Nutzern und verschiedenen Betriebssystemen vermieden. Es sollen sichere, isolierte und zentralisierte Desktops ohne Unterbrechung für die Anwender zur Verfügung gestellt und das Betriebssystem, die Anwendungen und die Benutzerrollen isoliert voneinander verwaltet werden.

Durch die Entkopplung der Hardware vom Betriebssystem soll eine effizientere Ausnutzung der eingesetzten IT-Ressourcen bewerkstelligt und eine höhere Flexibilität erreicht werden.

Die Benutzer virtueller Desktops sind nicht länger auf leistungsfähige Rechnersysteme mit hohem Stromverbrauch, lauten Lüftergeräuschen und hoher Wärmeentwicklung als Endgeräte angewiesen. Die bisher starke Bindung der Benutzer an die von ihnen eingesetzte Hardware soll so gelockert werden. Grundlage für eine erfolgreiche und sinnvolle Desktop-Virtualisierung bieten beispielsweise Thin Clients. Thin Clients sind Arbeitsstationen mit sehr kleinem Softwareumfang, reduzierter Rechenleistung, einem Basis Betriebssystem und Clientsoftware zur Kommunikation mit der durch den Server bereitgestellten Desktopumgebung und den Anwendungen. Eine nähere Betrachtung der Client-Geräte virtueller Desktopstrukturen findet sich im Abschnitt 4.2 auf Seite 27. Meist reicht der Client Maschine ein kleines Client-Programm, mit dem sich die Maschine auf den Server und damit zu dem verbundenen virtuellen Desktop verbindet. Neben Thin Clients ist auch der Einsatz anderer Computersysteme möglich. Ältere PCs, Laptops, Smartbooks oder PDA Geräte können als Client System ortsunabhängig für die Verbindung mit einem virtuellen Desktop genutzt werden.

Die Desktop-Virtualisierung soll neben der Kostenfrage eine gewisse Flexibilität, Individualität und schnelle Bereitstellung von Leistungsfähigkeit realisieren und ein modular administrierbares IT-Umfeld schaffen. Dadurch soll die Komplexität im Fehler- und Notfall der individuellen Geräte verringert und die bisher schwierige Verwaltung der verschiedenen Geräte durch die IT-Mitarbeiter zentralisiert und vereinfacht werden. Sie soll eine schlanke und wartungsarme Ergänzung zur vorherrschenden Desktopstruktur sein. Dabei baut die Desktop-Virtualisierung auch auf die Zuverlässigkeit aktueller Serversysteme. Dadurch wird dem Benutzer zu jeder Zeit ein Desktop zur Verfügung gestellt.



### 3.3 Vergleich gegenüber Client Server Struktur

Viele Unternehmen erneuern ihre Hardware spätestens aller zwei bis drei Jahre, dem Verschleiß der Technik geschuldet und um aktuellen Anwendungen und Betriebssystemen ein leistungsfähiges und kompatibles, technisches Grundgerüst zur Verfügung zu stellen. Virtuelle Desktops stellen dagegen minimale Anforderungen an die Endgeräte, die oft lediglich der Darstellung von Informationen dienen. Dadurch „veralten“ die meist als Endgeräte eingesetzten Thin Clients innerhalb einer Virtualisierungsumgebung wesentlich langsamer und auch ältere Technik kann nach wie vor genutzt werden, um virtuelle Desktops darzustellen.

Nach der Beantragung eines Desktop-PCs muss die Technik angefordert, installiert und konfiguriert werden, um dem Anwender zur Verfügung gestellt werden zu können. Dabei sind vor allem im Unternehmen geltende Sicherheitsbestimmungen wie beispielsweise die Sperrung der USB Ports zu beachten. Der Prozess der Installation eines Betriebssystems, als Abschnitt im Lifecycle eines PCs, bleibt trotz verschiedener Mechanismen der Automatisierung nach wie vor ein vom Menschen durchgeführter und überwachter Arbeitsschritt. Der klassische Lifecycle eines PCs besteht aus acht verschiedenen Stufen [vgl. Lam09]. Der Vergleich der Stufen in Tabelle 1 zeigt, wie die Desktop-Virtualisierung versucht, einzelne Stufen zu optimieren und dadurch über einen längeren Zeitraum Aufwand für das Management des herkömmlichen PC-Desktop-Lifecycle auf dessen verschiedenen Ebenen einzusparen. Während des operativen Betriebs besteht der Lifecycle aus der Überwachung und der Wartung der PCs. Zusätzlich erschweren räumliche Bewegung der Hardware oder der Einbau neuer Komponenten die Verwaltung rund um die Technik. Ferner fällt Aufwand für die Entsorgung jeder einzelnen Maschine an, wenn die Hardware des PCs den Anforderungen des Unternehmens bzw. der eingesetzten Software nicht mehr entspricht. So entstehen neben den Anschaffungskosten für die Hardware, laut Wirtschaftschätzungen der Wirtschaftsinformatik der Universität Mainz, jährlich bis zu 9000 \$ pro Anwender für den Betrieb und die Wartung dieser Systeme [vgl. Com02].

Kostenfaktor je PC/Laptop	Schritt im Lifecycle	Einsparungspotential VDI
Beantragung Technik	① Beschaffung	Beschaffung der Endgeräte
Einspielen des Betriebssystems und Anwendungen	② Installation	Start Virtueller Maschine - Auswahl des virtuellen Desktops
Regelmäßiges Einspielen von Patches/Updates	③ Sicherheit	einfaches Patchen des Master-Images
Aufbau der physischen Hardware am Arbeitsplatz	④ Bereitstellung	Zuweisen des virtuellen Desktops an Benutzer
Software Tools zum Monitoring jedes PCs	⑤ Monitoring	Managementtools für virtuelle Umgebungen
Vorort Lösung bei Hardwareproblemen nötig	⑥ Wartung	Neustart bei Problemen, Wartung über zentrales Tool
kompliziertes Backup lokaler Daten, Diebstahl Gefahr bei Laptops	⑦ Backup	Datenhaltung im Rechenzentrum, Backup mehrerer Nutzer durch Storage Backup
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sicherung Benutzerdaten</li> <li>▪ Löschung der Festplatte</li> <li>▪ Entsorgung durch Entsorgungsfirma</li> </ul>	⑧ Entsorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Benutzerdaten auf Storage</li> <li>▪ Löschung des Nutzers</li> <li>▪ VM für neuen Benutzer nutzbar</li> </ul>

Tabelle 1: Lebenszyklus klassischer PCs und virtueller Desktops

Die Beschaffung von Hardware, die technische Anpassung und die Entsorgung wird innerhalb der Desktop-Virtualisierung komplett zentralisiert und über eine Administrator Oberfläche behandelt. Die Fehlersuche bei Hardwareausfällen vor Ort entfällt beinahe komplett. Die Einfachheit der Thin Clients und die damit verbundene Dezimierung der eingesetzten Hardware bedeutet, eine funktionierende Netzstruktur vorausgesetzt, eine geringere Ausfallwahrscheinlichkeit der Endgeräte und somit eine leichtere Wartung und Fehlerbehebung. Dadurch steigt gleichzeitig die Lebenserwartung der Technik und der damit verbundene Zeitraum der Nutzung. Die Konfiguration der Clients und deren Systemressourcen ermöglicht zudem eine bessere Systemauslastung. Während Fat Clients im Durchschnitt gerade einmal 5% ihrer Hardwarekapazitäten nutzen, sollen kleine einfache Endgeräte mit einem geringerem Energiebedarf eine wirtschaftlichere Nutzung bewerkstelligen [vgl. T-S10]. Somit wird die Komplexität der kommenden Arbeitsplatzrechner ins Rechenzentrum der Unternehmen verlagert.

### 3.4 Einordnung im Cloud Computing

Sucht man ein Schlagwort, mit dem man die Desktop-Virtualisierung in Verbindung bringen sollte, dann wäre dieses Schlagwort wohl der Begriff des Cloud Computing. Beim Cloud Computing handelt es sich um eine Sammlung aus hochskalierbaren Hard- und Softwaresystemen, die IT-Dienste als On-Demand-Strukturen abbilden. Das bedeutet, dass Hard- und Softwareanforderungen der Benutzer erst bei Bedarf erfüllt werden und so eine dynamische Anpassung der benötigten und der daraufhin eingesetzten Systeme möglich ist. Kunden bezahlen nicht länger für die eingesetzte Hardware, sondern für die Dauer der Nutzung von Rechenleistung, Speicherplatz und Anwendungen. Während die Virtualisierung versucht, Serversysteme und deren Funktionen und Einsatzgebiete, also die eingesetzte Hardware, effizienter zu gestalten, fokussiert sich das Cloud Computing mehr auf die Anwendung [vgl. Wer10]. Die Einordnung der Desktop-Virtualisierung innerhalb des oder neben dem Cloud Computing gestaltet sich dabei äußerst schwierig, da die Grenzen beider Technologien mehr und mehr verschwimmen. Wann also neben dem Begriff Desktop-Virtualisierung der Begriff des Cloud Computing für seine IT-Infrastruktur genutzt wird, hängt von der Einrichtung und der Nutzungsart ab. Virtualisierung kann je nach Größe der installierten Virtualisierungsstrukturen als eine „private Cloud“, also eine betriebsinterne Cloud Computing Lösung, fungieren. Die Nutzer verfügen so beim Einsatz redundanter Serversysteme über keinerlei Wissen, wo genau der eigene Desktop und die eigenen Daten liegen.

Das sich das Cloud Computing als „public Cloud“ bis heute innerhalb großer Unternehmen noch nicht wirklich durchsetzen konnte, liegt vor allem an der fehlenden Transparenz dieser Technologie. Durch die Speicherung der eigenen Daten, wie beispielsweise die Benutzerdaten virtueller Desktops, außerhalb der eigenen privaten Cloud entsteht ein großes Vertrauensverhältnis zwischen dem Anbieter der Cloud-Lösung und dem Unternehmen. Viele Unternehmen sehen in der fehlenden Transparenz des Internets und der Speicherung bei „Fremdanbietern“ bzw. in dem Weg, den die eigenen Daten durch das Internet nehmen, ein großes Sicherheitsrisiko. In einer Umfrage des SwissIT Magazines [vgl. Swi10] geben 43% der Unternehmen die Verwaltung und bereits 40% der Unternehmen Bedenken der Sicherheit als Nachteil des Cloud Computing an.



## 4 virtuelle Desktop Infrastruktur - VDI

Die vernetzte Bereitstellung virtueller Maschinen und darauf aufbauender Desktop Images erstellt keine lokalen Abbilder von Computern und deren Betriebssystemen auf der lokal vorhandenen Technik, sondern virtualisiert den gesamten Desktop als Image in einer eigenen virtuellen Maschine auf dem Server. Bei der virtuellen Desktop Infrastruktur wird statt einzelner Komponenten oder Anwendungen der gesamte Desktop in das Rechenzentrum verlagert. Der Anwender greift mit Hilfe eines Clients, wie z.B. ein Thin-Desktop-Client, oder eines Notebooks mit installiertem Plug-In für die Nutzung spezifischer Remote-Desktop-Protokolle auf die für ihn erstellte virtuelle Maschine zu. Dadurch wird ermöglicht, gleichzeitig mehrere, voneinander unabhängige Desktopinstanzen arbeiten zu lassen. Diese teilen sich die zu Grunde liegende Servertechnik und deren Leistungsfähigkeit, existieren jedoch vollkommen isoliert voneinander. Die Realisierung der virtuellen Desktops innerhalb einer vollständigen VDI-Lösung bedarf einer Vielzahl verschiedener Komponenten und der Kommunikation dieser Bestandteile untereinander.

### 4.1 Backend-Infrastruktur

#### 4.1.1 Der Hypervisor

Das Herzstück der virtuellen Desktops bildet der Hypervisor. Dabei handelt es sich um eine Software, die als Ausführungsumgebung dient, um Grundfunktionen der Virtualisierung, die Ausführung virtueller Maschinen und schließlich den Einsatz virtueller Desktops zu realisieren. Er kontrolliert die Host Systemressourcen und überwacht, dass sich die Gastsysteme nicht gegenseitig stören. Innerhalb der Virtualisierung unterscheidet man zwei Typen des Hypervisor.

## Hypervisor Typ I

Der Typ I Hypervisor, auch Bare-Metal-Hypervisor genannt, setzt direkt auf der eingesetzten Hardware auf. Für den Betrieb benötigt der Typ I Hypervisor kein Betriebssystem. Er stellt die unterste Softwareebene im System dar und kann als eine Art Minimalbetriebssystem angesehen werden. Die große Hardwarenähe ermöglicht dem Typ I Hypervisor eine hohe Performance. Die effiziente Ausnutzung der Hardware soll vor allem hohe Latenzen <sup>7</sup> und einen großen Overhead <sup>8</sup> vermeiden und auch bei kritischen Performance Engpässen, wie E/A-intensiven Anwendungen, eine flüssige Bedienbarkeit ermöglichen. Die optimale Funktionalität des Hypervisor Typ I setzt besondere Anforderungen der eingesetzten Hardware voraus. Da er in der Typversion I direkt auf der Technik aufsetzt, ist er auch Träger der Treiber- und Geräteinformationen. Der Einsatz zertifizierter Hardware für die stabile und ausfallsichere Berechnung systemkritischer Anwendungen ist daher ein wichtiges Kriterium beim Gebrauch des Hypervisor Typ I. Die Hardware wird von den Herstellern direkt für die Nutzung mit dem Hypervisor optimiert und auf die Zusammenarbeit zugeschnitten.

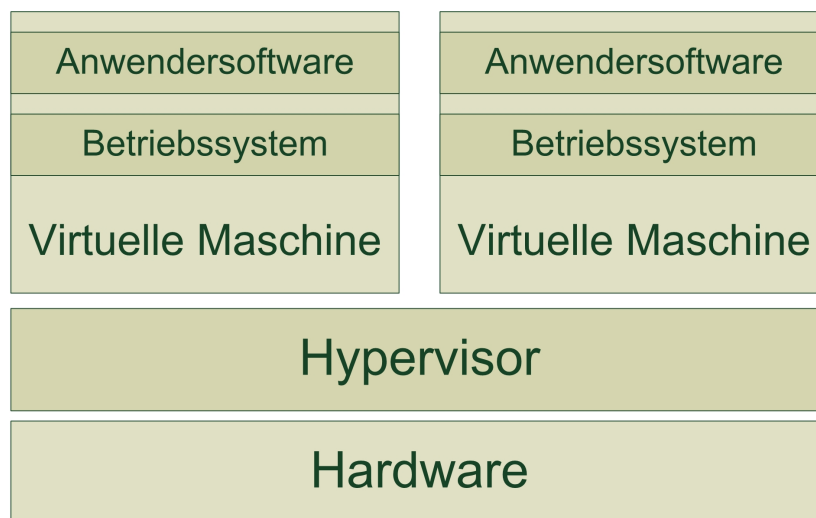


Abbildung 4: Schichtenmodell Hypervisor Typ I

<sup>7</sup> Bei der **Latenz** handelt es sich um ein Zeitintervall vom Ende eines Ereignisses bis zur Reaktion auf dieses Ereignis. Im Allgemeinen wird die Latenz auch als Verzögerungszeit bezeichnet.

<sup>8</sup> Als **Overhead** werden in der Elektronischen Datenverarbeitung die Pakete und Paketeile bezeichnet, die Verwaltungsdaten, also Daten für die Speicherung und Übermittlung von Zusatzinformationen, enthalten.

## Hypervisor Typ II

Während der Typ I Hypervisor eine eigenständige, von einem Betriebssystem unabhängige Komponente darstellt, handelt es sich beim Typ II Hypervisor, oder auch Hosted Hypervisor, um eine in einem Betriebssystem installierte Anwendung. Die Einbettung in ein vorhandenes Betriebssystem ermöglicht dem Hypervisor, die Hardwaretreiber des ihm zu Grunde liegenden Betriebssystems zu nutzen. Dadurch ist der Hypervisor aus Hardwaresicht sehr flexibel und für viele Hardwaresysteme anwendbar, insofern diese kompatibel zum eingesetzten Betriebssystem sind. Die große Kompatibilität bezahlt der Hypervisor Typ II jedoch mit einer geringeren Performance. Durch den „Umweg“ über das Betriebssystem kann der Hypervisor Typ II lediglich bis zu 20% der Leistung der eingesetzten Hardware nutzen – im Gegensatz zum Typ I Hypervisor mit ca. 90% [vgl. Bal08].

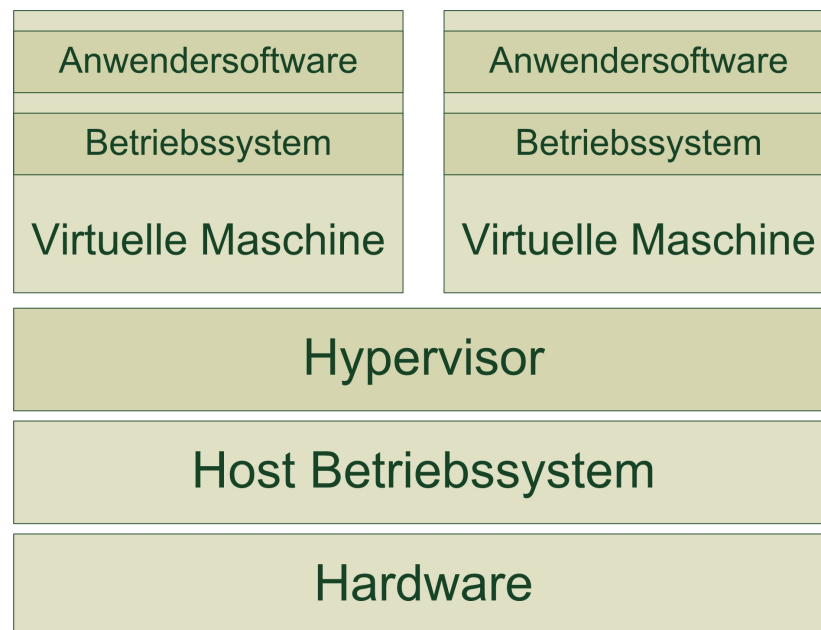


Abbildung 5: Schichtenmodell Hypervisor Typ II

Durch seine höhere Performance und Hardwarenähe kommt der Hypervisor Typ I vor allem im produktiven Umfeld z.B. für den Betrieb von Server- und Desktop-Virtualisierung innerhalb von Rechenzentren zum Einsatz, während der Typ II Hypervisor eher dem lokalen Betrieb virtueller Maschinen für Testumgebungen dient.

Hat man sich für einen Hypervisor entschieden und virtuelle Maschinen erstellt, bedarf es im nächsten Schritt des Zugriffs der Benutzer auf die VMs. Dieser Zugriff wird durch einen Software- bzw. Connection-Broker realisiert.

### 4.1.2 Der Connection-Broker

Der Connection-Broker stellt die vermittelnde Komponente innerhalb der Desktop-Virtualisierung dar. Bei Anmeldung eines Benutzers authentifiziert er diese, stellt die Verbindung für den Nutzer bereit und weist ihm die jeweils zugehörige virtuelle Maschine zu. Mit Hilfe des Connection-Brokers ist es möglich, ständig einen Vorrat an einsatzbereiten VMs vorzuhalten und eine verzögerungsfreie Bereitstellung des virtuellen Desktops für den Benutzer zu ermöglichen. Die Verwaltung von Desktop-Pools, die An- und Abmeldung virtueller Maschinen und die Integration der angemeldeten virtuellen Desktops in das Active Directory der IT-Umgebung fallen ebenfalls in den Zuständigkeitsbereich des Connection-Brokers. Bei einer großen Anzahl an virtuellen Desktops und der damit notwendigen Zahl an Servern, die für die Realisierung einer solchen virtuellen Desktopstruktur notwendig sind, fungiert der Connection-Broker als Lastverteiler, der anhand der verfügbaren und benötigten Ressourcen die Ausführung der Virtualisierung auf mehreren Servern steuert und überwacht.

### 4.1.3 Management Werkzeuge

Nachdem sich der Anwender über eine auf dem Clientsystem installierte Software angemeldet hat, weist ihm der Connection-Broker das jeweilige virtualisierte Client-Betriebssystem inklusive der in dem Abbild installierten Anwendungen zu. Dabei ist es möglich, anwenderspezifische Einstellungen und Konfigurationen auf dem Desktop der Benutzer durch Profil-Managementlösungen zu speichern und beim nächsten Login wieder abzurufen. Innerhalb des Netzes existiert für jeden Anwender eine eigene gespeicherte virtuelle Maschine mit darauf gespeichertem Systemabbild inklusive eigener Einstellungen und Programme. Neben den Profil-Management-Werkzeugen kann man innerhalb der Desktop-Virtualisierung auf eine Reihe weiterer Zusatzwerkzeuge zurückgreifen. Es existieren Zusatzprogramme sowohl für die Überwachung aller aktiven virtuellen Desktops und deren Lifecycle als auch für das Management der Systemabbilder und die Überwachung und Steuerung des eingesetzten Speichers. Die Managementumgebungen unterstützen verschiedene Varianten der virtuellen Desktops. Die virtuellen Desktops werden in individuelle und standardisierte Desktops unterteilt. Je nach Art und Anforderungen an Einsatzzweck und Performance werden sie aus unterschiedlichen Desktop-Pools an die Endanwender verteilt. Eine nähere Betrachtung der Desktopvarianten findet sich im späteren Kapitel 8.2 auf Seite 76.



#### 4.1.4 Provisioning

Grundlage der effizienten Arbeit mit virtuellen Desktops bildet das so genannte Provisioning. Dabei wird ein Basisabbild erstellt, das als Grundlage für das Booten virtueller Desktops dient. Das Basisabbild beinhaltet aktuelle Service-Packs, Updates, Patches und Standardprogramme und wird mit Hilfe einer bestehenden Desktopinstallation erstellt und auf einem Netzwerklaufwerk hinterlegt. Startet nun ein Benutzer den virtuellen Desktop, wird ihm ein Image auf Grundlage des gespeicherten Basisabbildes zugewiesen. Die Zuordnung des Rechner-Namens und der IP-Adresse übernimmt dabei das Provisioning-System. Dementsprechend ist es möglich binnen kürzester Zeit hunderte von virtuellen Desktops aus einem oder wenigen Standard-Images zu booten. Neue Updates und Patches werden auf den Basisabbildern installiert und stehen so automatisch den virtuellen Desktops der Benutzer zur Verfügung. Das Provisioning dient nicht nur der schnellen Bereitstellung einer großen Anzahl virtueller Desktops, sondern auch der Speichereinsparung auf dem angeschlossenen Speichersystem.

#### 4.1.5 Verbindungsprotokolle

Die Verbindung der Anwender und der auf dem Server gespeicherten VMs wird über Remote-Protokolle hergestellt. Die Netzwerkprotokolle dienen dem Darstellen von Informationen und Steuern der Desktops auf entfernten Computern. Für die Diplomarbeit sind das von VMWare und Microsoft genutzte Remote-Desktop-Protokoll (RDP), das durch Citrix genutzten Independent-Computing-Architecture-Protokoll (ICA) und das seit der letzten Version der VMWare Software verwendete PC-over-IP-Protokoll (PCoIP) von Bedeutung. Eine genauere Betrachtung der einzelnen Protokolle findet sich im Kapitel 8.3 auf Seite 81.

### 4.2 Client-Systeme für virtuelle Desktops

Ein großer Vorteil der virtuellen Desktop Infrastruktur besteht darin, möglichst unterschiedliche technische Systeme nutzen zu können, um auf die virtuellen Desktops zuzugreifen. Die am meisten genutzten Client-Systeme stellen die Thin Clients dar. Ihren Ursprung fanden diese in den einfachen Terminals, die zur Verbindung mit den Mainframe-Rechnern in den frühen Anfängen der IT-Infrastrukturen eingesetzt wurden.

Die Thin Clients stellen eine Weiterentwicklung der früheren Terminals dar. Sie besitzen keine fest eingebauten Festplatten und laden zumeist ein kompaktes Minimalbetriebssystem aus einem Flash-Speicher. Während der PC ein autarkes Arbeitsumfeld darstellt, sind die Thin Clients beinahe vollständig auf ein entferntes System angewiesen. Das Konzept der Thin Clients dient der Ein- und Ausgabe von Daten. Während sie mit einem eigenen Prozessor und Arbeitsspeicher noch über eine gewisse Eigenleistung verfügen, kommt es beim Einsatz von Zero Clients zur Anwendung komplett von der Rechenleistung der Serversysteme abhängiger Endgeräte. Die Zero Clients besitzen keinerlei eigene Rechenleistung. Die boxgroßen Clients dienen mit ihrer äußerst kompakten Bauform allein der Weiterleitung von Eingaben des Nutzers über eine LAN-Verbindung an den Server und der Ausgabe des grafischen Signals. Die Software, die für die Verbindung mit den Servern nötig ist, setzt bei den Zero Clients nicht mehr auf einem Grundbetriebssystem auf, sondern wird von Herstellern wie Pano, Wyse, IGEL oder IBM in die Firmware der Geräte implementiert. Die Hardwarehersteller pflegen verschiedene Kooperationen mit großen Softwareherstellern virtueller Desktop-Lösungen und passen einzelne Clients an die speziellen VDI-Anforderungen an, um die Nutzerfreundlichkeit für virtuelle Desktops schon auf der Stufe der Hardware zu optimieren.



Abbildung 6: Zero Client PC von PanoLogic; Quelle: PanoLogic

Die fehlende Eigenleistung der Zero Clients und die geringe Leistung von Thin Clients macht den Einsatz dieser Endgeräte nicht für alle Benutzer virtueller Desktops sinnvoll. Nutzer mit einem höheren Anspruch an die Leistung des virtuellen Desktops, so genannte Power User, deren virtueller Desktop auf einem Blade-PC zu Grunde liegt, oder Benutzer deren multimediale Anwendungen mit Hilfe moderner Übertragungsprotokolle auf den Client-Geräten der Anwender gerendert werden, um die Netzlast zu verringern, benötigen nach wie vor eine hohe Eigenleistung ihrer Systeme.

Für die Auswahl der als Endgeräte eingesetzten Clients spielt nicht nur die Betrachtung der Anschaffungskosten eine große Rolle. Vor dem Einsatz bestimmter Clients ist ein Vergleich der entstehenden Kosten bei verschiedenen Endgeräten, um ein Einsparpotential gegenüber der klassischen Struktur erzielen zu können, nicht ausreichend. Es bedarf darüber hinaus einer Auseinandersetzung mit den späteren Nutzerarten, um durch eine sinnvolle Zusammensetzung verschiedener Endgeräte eine effiziente Clientstruktur zu erzielen.

Neben dem Einsatz der Thin Clients verspricht man sich durch die Nutzung der virtuellen Desktop Infrastruktur auch die Möglichkeit, ältere, schwächere Computersysteme als Endgerät für die Verbindung mit den Servern und der Nutzung der virtuellen Arbeitsoberflächen einsetzen zu können. Die im Vergleich zu aktuellen Personal Computern schwächeren Systemressourcen spielen dabei kaum eine Rolle, da die Berechnungen vollständig vom Server durchgeführt werden können. Somit ist ein regelmäßiger Umstieg auf aktuelle Hardware, wie es im klassischen Desktop-Modell notwendig ist, nicht zwingend erforderlich. Selbstverständlich können innerhalb der virtuellen Desktop Infrastruktur auch aktuelle Endgeräte, wie Fat Clients, Notebooks oder PDAs, eingesetzt werden. Mit Hilfe der installierten Client-Software verbinden sich die Geräte mit den zugehörigen Servern und können so auch die virtuellen Desktops nutzen.

## 4.3 Sicherheit virtueller Infrastrukturen

Der produktive Einsatz virtueller Desktop Infrastrukturen im Rechenzentrum erfordert nicht nur ein Umdenken auf technischer Seite, sondern bedarf der besonderen Betrachtung möglicher Gefahren und Sicherheitsprobleme dieser Technologie. Bisherige Sicherheitskonzepte klassischer IT-Infrastrukturen sind nicht eins zu eins auf die virtualisierte Umgebung anwendbar.

Für die GISA GmbH als IT-Dienstleister ist es unverzichtbar, ein ausgereiftes Sicherheitskonzept vorzuweisen, um den Betrieb und die Verfügbarkeit der Dienstleistungen so gut wie möglich abzusichern und den Vertraulichkeits- und Integritätsansprüchen von Daten innerhalb des Unternehmens gerecht werden zu können [vgl. GIS07]. Die GISA GmbH richtet ihre Sicherheitsbestimmungen an den Anweisungen des IT-Grundschutzes des Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) aus und gilt als zertifizierter Dienstleister. Das BSI gibt zahlreiche Maßnahmen vor, die Sorge tragen ein angemessenes Sicherheitsniveau der Informationstechnik innerhalb der Unternehmen zu erreichen. Für die Virtualisierung gibt es mit der Arbeitsanweisung „B 3.40Y Virtualisierung“ [vgl. Bun10] einen Entwurf für die regelrechte Einhaltung bestimmter Sicherheitsbestimmungen innerhalb virtualisierter Umgebungen.

Die Sicherheitsbedenken einer virtuellen Infrastruktur beginnen bereits bei der Auswahl des richtigen Hypervisor auf dem Hostsystem. Wie in Kapitel 8.1 auf Seite 71 genauer erklärt, unterscheiden sich die Hypervisor in der Codestruktur und dem Aufbau. Die verschiedenen Virtualisierungstechniken setzen auf unterschiedlichen Basisbetriebssystemen auf. Microsoft Produkte ziehen aufgrund ihrer hohen Verbreitung und dem hohen Bekanntheitsgrad nach wie vor das größte Interesse der Entwickler von Schadsoftware auf sich. Die Hypervisor, die auf Grundlage schlanker Linux-Basissysteme funktionieren, können hier eine sichere Alternative bieten. Es gilt, die Kontrolle dieser Systeme und den damit verbundenen Zugriff auf Virtuelle Maschinen und Disk Files zu schützen und abzusichern. Die Sicherheit der Systeme kann durch ein schlankes Betriebssystem, also eine Minimierung der installierten Software und Dienste, zusätzlich unterstützt werden.

Nach der Auswahl geeigneter Serversysteme, die genügend Performance für die geplanten virtuellen IT-Systeme bereitstellen können, gilt es, die Virtualisierungshosts abzusichern und eine grundsätzlich strikte Trennung der Gastsysteme vom Hostsystem zu realisieren. Hostsysteme sollten netztechnisch von keinem Gastsystem erreichbar sein, TCP/IP Ports ohne Verwendung abgeschaltet und das Management-Netz von den Netzen der Gastsysteme physisch getrennt betrieben werden. Ein gut strukturiertes Berechtigungskonzept der Benutzer und der Zugriffsrechte sorgen für die Isolation und Einschränkung bestimmter Rechte und für eine Absicherung der internen Daten. Übergriffe der virtuellen Maschinen untereinander oder gar von Gastsystemen auf den Host können so vorgebeugt werden. Auf Seiten der Host- und Gastsysteme sind bestimmte Konfigurationen für die jeweils eingesetzten Netzwerkadapter durchzuführen. Es muss sichergestellt sein, dass die Netzwerkadapter nicht im „promiscuous mode“<sup>9</sup> laufen, um das Mitschneiden des Netzverkehrs zu verhindern. Des Weiteren sind Modifizierungen der Mac Adresse und so das Vortäuschen falscher Mac Adressen zu unterbinden [vgl. GIS07]. Dem Administrator obliegt es, durch eine möglichst effiziente Managementstruktur Übersicht über die virtuellen Maschinen zu behalten und einen „Wildwuchs“ innerhalb der virtuellen Umgebung zu vermeiden. Inaktive und veraltete Systemabbilder stellen einen Angriffspunkt dar, da sie beim Starten alte Patchstände und nicht aktualisierte Anti-Malware-Signaturen enthalten. Anti-Viren- und Anti-Malware-Signaturen der einzelnen Virtuellen Maschinen müssen auf dem aktuellsten Stand gehalten und regelmäßige Systemscans durchgeführt werden.

Neben den technischen Sicherheitslücken und den organisatorischen Mängeln gehören jedoch auch menschliche Fehlhandlungen, technisches Versagen und vorsätzliche Handlungen zu den Gefahren innerhalb der Virtualisierung. Der Mensch macht Fehler und somit ist eine hundertprozentige Absicherung gegen fehlerhafte Konfiguration, wie beispielsweise falsch konfigurierte Netzwerk Anbindungen, nicht möglich.

---

<sup>9</sup> Empfangsmodus für ein Netzwerkinterface, das alle im Netz übertragenen Daten empfängt



## 5 VDI Anbieter

Der Markt der virtuellen Desktop Infrastruktur (VDI), ursprünglich als Produktname von VMWare eingeführt, setzt sich seit den letzten zwei Jahren immer mehr in Bewegung. Mit der steigenden Bedeutung von Desktop-Virtualisierung und den hohen Erwartungshaltungen namhafter Analysten springen immer mehr Unternehmen auf den Zug der Desktop-Virtualisierung auf. Dabei werden nicht nur Produkte für die eigentliche Virtualisierung der Desktops angepriesen. Etliche Unternehmen haben sich der Verbesserung und Optimierung der Desktop-Virtualisierung angenommen. Storage-Systeme, Software zur Verbesserung der Sicherheit in virtuellen Infrastrukturen, Managementlösungen für die Optimierungen des User-Worksspaces etc. drängen derzeit parallel zu den Entwicklern der VDI-Lösungen auf den Markt. Neben den Virtualisierungsgrößen Citrix, Microsoft und VMWare versuchen sich weitere Anbieter wie Oracle, Parallels, RedHat und Quest an der Vermarktung von virtuellen Desktop-Lösungen. Dabei entwickeln nicht alle Unternehmen eigene vollständige Virtualisierungs-Stacks. Einige Anbieter setzen auf den Hypervisor von Microsoft, Citrix und VMWare auf und pflegen so eine enge Partnerschaft zu dem jeweiligen Anbieter.

Für die Untersuchung der virtuellen Desktop Infrastruktur innerhalb der GISA GmbH sollen Citrix, VMWare und Microsoft betrachtet werden. Die Wahl der Anbieter liegt in mehreren Punkten begründet. Zum einen stellen VMWare und Citrix Pioniere der Virtualisierung und Zentralisierung von IT-Komponenten dar, die auf eine langjährige Erfahrung im Bereich der Virtualisierung zurückgreifen können. Zum anderen verfügen beide Anbieter schon seit vielen Jahren über eine reichhaltige Produktpalette und damit über umfangreiches Know-how der Virtualisierung. Diese Erfahrung spiegelt sich in der Stabilität, Zuverlässigkeit und der einfachen Anwendung ihrer Produkte wider. VMWare stellt, wie auch Citrix mit XenDesktop 4, mit VMWare View bereits die vierte Version der VDI Umgebung, in die Erfahrungen und Verbesserungen aus mehreren Jahren Desktop-Virtualisierung implementiert wurden.

Die GISA GmbH möchte bei der möglichen Einführung der Desktop-Virtualisierung als neue Struktur im Rechenzentrum auf solide und erprobte Technologie setzen, die sich möglichst gut in die bisherige IT-Struktur des Unternehmens eingliedern lässt und auch in Zukunft Verbesserungen und Weiterentwicklungen virtueller Ressourcen verspricht. Die Einführung einer virtuellen Desktop Infrastruktur soll damit an ein Produkt und eine Firma gebunden werden, die dank ihrer aktuellen Marktsituation auch längerfristig gesehen noch den nötigen Support und Neuerungen für die erworbenen Produkte garantieren kann. Die aktuelle Marktsituation, die Bandbreite des Produktangebots der jeweiligen Unternehmen, Partnerschaften mit anderen Firmen und Visionen sowie Ideen für zukünftige Produkte und Projekte der jeweiligen Firmen spielen bei der Wahl des Anbieters eine entscheidende Rolle.

## 5.1 Citrix XenDesktop

Citrix ist eines der führenden Unternehmen für Virtualisierungstechnologien, das im Jahre 1989 gegründet wurde und seinen Firmensitz in Fort Lauderdale in Florida hat. Zum Produktportfolio des Unternehmens gehören vor allem Virtualisierungs-, Netzwerk- und Cloud-Computing-Technologien. Citrix ist eines der wenigen Unternehmen, deren Produktpalette eine ganzheitliche Lösung im Bereich der Virtualisierung abdecken soll. Dadurch möchte Citrix den Kunden die Möglichkeit bieten, durchgängige virtuelle Infrastrukturen mit Technologien im Bereich der Server-, Anwendungs- und Desktop-Virtualisierung zu ermöglichen. Das Unternehmen begann die Entwicklung virtueller Desktop Infrastrukturen schon früh. Im Jahre 2000 veröffentlichte es ein modifiziertes Windows NT mit WinFrame<sup>10</sup> und damit den ersten virtuellen Desktop unter Windows. Die Entwicklung führte Citrix im Februar 2007 mit dem Citrix Desktop Server 1.0 fort. Im Mai 2008 veröffentlichte das Unternehmen den XenDesktop 2.0. Seitdem hat XenDesktop eine rasante Entwicklung vollzogen und ist aktuell in der vierten Version verfügbar. Mit der Version 4.0 überarbeitete Citrix vor allem das bis dahin unübersichtliche Lizenzmodell und nahm Anpassungen in den verschiedenen Editionen vor [vgl. Chr].

---

<sup>10</sup> Client-Server-Software der Firma Citrix aus dem Jahre 2000. Die Software dient der Bereitstellung von Anwendungen und Daten auf einem Server an angeschlossene Computer Clients.



### 5.1.1 Allgemeiner Überblick XenDesktop 4.0

Citrix stellt in der aktuellen Version 4.0 insgesamt vier Editionen seiner XenDesktop-Umgebung bereit. Die „Express-Edition“ bietet eine kostenfreie Variante der VDI-Technologie an. Deren kostengünstige Verfügbarkeit bezahlt der Anwender jedoch mit einem eingeschränkten Funktionsumfang. So ist es in der „Express-Edition“ nicht möglich, Desktops für mehr als zehn gleichzeitige Benutzer (CCU) zur Verfügung zu stellen. Auch die Verbindung zu physischen Maschinen, wie etwa dedizierte Desktop Blades, ist nicht möglich, da die Desktops dieser Edition ausschließlich als virtuelle Maschinen auf dem Hypervisor laufen. Die erweiterten Funktionen stehen ab der VDI-Edition von XenDesktop zur Verfügung. Sie ist mit der Möglichkeit, Desktop-Betriebssysteme an virtuellen Maschinen zu streamen und einer Verwaltung von SAN-Speicherplatz für die Desktop-Images ausgestattet.

Einen Schritt weiter geht die Enterprise Edition, die es zusätzlich erlaubt, mit Hilfe eines Provisioning Servers beliebig viele virtuelle und physische Ziele zu starten. Zum Umfang der Enterprise Edition gehört ebenfalls die Terminal Server-Lösung XenApp zur Applikationsvirtualisierung und zur Bereitstellung von „gehosteten Shared Desktops“. Die allumfassende Platinum Edition bringt schließlich Zugriffslizenzen für die Nutzung zusätzlicher Citrix Produkte, wie Monitoring Software und Access Gateway für den sicheren Zugriff über WAN-Strukturen mit. Ab der Enterprise Edition soll mit dem XenClient bald auch die Offline Desktop Möglichkeit zur Verfügung stehen. Nutzer mobiler Endgeräte sind dann nicht länger von einer bestehenden Verbindung zum Rechenzentrum des Unternehmens abhängig, sondern laden sich ihren virtuellen Desktop beispielsweise auf das Notebook. Bei einer späteren Neuverbindung mit dem Firmennetzwerk werden die geänderten Daten vom Notebook zurück in das Systemabbild des zugehörigen Nutzers übertragen und dort gespeichert. Im Kapitel 8.4 auf Seite 8.4 wird innerhalb der Offline-Möglichkeiten genauer auf die Idee und die technische Realisierung der XenClient-Umgebung eingegangen. Im Anhang A auf Seite 103 findet sich des Weiteren ein Überblick über die verschiedenen Editionen der XenDesktop-Software und deren Komponenten.

### 5.1.2 Bestandteile einer XenDesktop VDI-Struktur

Der Aufbau einer virtuellen Desktop Infrastruktur besteht aus mehreren Produkten der XenDesktop Serie. Dabei ist XenDesktop nicht als eigenständiges Programm zu verstehen. Vielmehr handelt es sich um eine Sammlung an verschiedenen, für die Desktop-Virtualisierung nötigen, Softwareprogrammen, die in einer gemeinsamen Infrastruktur auf Basis eines Hypervisor Typ I die virtuellen Arbeitsplätze möglich machen.

Der Desktop Delivery Controller (DDV) fungiert als Connection-Broker zum Anlegen der Desktop-Pools und zur Zuweisung der virtuellen Desktops an den jeweiligen Benutzer. Weitere Komponenten innerhalb der XenDesktop Architektur sind der Lizenzierungs-Server, der die eingesetzten Lizenzen für die Citrix Produkte zentral verwaltet, der Datastore, der als Speicher fungiert und die Userprofile und Systemabbilder speichert, und ein Web Interface sowie Access Gateway für den Remote-Zugriff über eine WAN-Struktur. Idealerweise wird innerhalb der Citrix Architektur ein Provisioning Server eingesetzt, durch den die schnelle Bereitstellung von User-Images anhand eines Master-Images möglich ist. Ohne den Einsatz eines Provisioning Servers benötigt jede virtuelle Maschine den kompletten Speicherplatz der zugehörigen vDisk <sup>11</sup>.

Die Kommunikaton zwischen Endgerät und virtueller Maschine wird über zwei Softwarekomponenten realisiert. Auf der VM wird der XenDesktop Agent benötigt, um eine direkte Verbindung zwischen dem virtuellen Desktop und dem Client zu ermöglichen. Auf dem Engerät selbst benötigt man den Citrix Receiver, durch den der Zugriff auf die virtuellen Desktops realisiert wird. Citrix setzt für die Kommunikation der Endgeräte mit den virtuellen Desktops auf das ICA-Verbindungsprotokoll. In der aktuellen Version 4.0 der XenDesktop Suite spendiert Citrix seinem Remote-Protokoll unter dem Namen HDX – High Definition User Experience – deutliche Verbesserungen gegenüber alten Versionen.

### 5.1.3 Lizenzierung

Mit der aktuellen Version 4.0 der XenDesktop Umgebung hat Citrix auch das Lizenzierungsmodell überarbeitet und vereinfacht. Ausgerichtet an der Microsoft VDI-Lizenzierung existieren nur noch zwei Lizenzarten.

---

<sup>11</sup> In der Virtualisierung stellen **vDisks** oder **virtual disks** virtuelle, logische Datenträger dar, auf denen der Host oder Anwendungen Lese- und Schreibvorgänge tätigen.

Citrix unterscheidet die Lizenzierung für virtuelle Desktops nach Benutzer- und Gerätelizenzen. Der Anwender kann entweder eine Lizenz für einen Mitarbeiter erwerben, dem so eine unbeschränkte Anzahl an Geräten zugewiesen werden kann, oder lizenziert eine Lizenz pro eingesetztem Endgerät. Der Vorteil der User Lizenzierung besteht darin, dass es keine Rolle spielt, welches und wie viele Endgeräte der Benutzer einsetzt, um auf einen virtuellen Desktop zuzugreifen. Egal ob er sich per PDA, Laptop, Fat- oder Thin Client am virtuellen Desktop anmeldet, benötigt der Nutzer nur eine Lizenz und kann so von mehreren Geräten aus auf mehrere Instanzen virtueller Desktops zugreifen. Das CCU-Lizenz-Modell existiert nur noch für die Express und die VDI Edition von XenDesktop 4.0.

Lizenz für Edition	Preis
Express Edition	frei für 10 CCU
VDI Edition pro User/Device	95 \$
VDI pro CCU	195 \$
Enterprise Edition pro User/Device	225 \$
Platinum Edition pro User/Device	350 \$

Tabelle 2: Preisübersicht XenDesktop Lizenzen

Insofern sich die Desktop-Virtualisierung als Technologie innerhalb der GISA GmbH durchsetzt, wären sowohl Benutzer- als auch Gerätelizenzen in einer effizienten Mischung die Grundlage für die Umsetzung der virtuellen Desktops. Ein Citrix Lizenzserver ist in der Lage, innerhalb einer virtuellen Desktopumgebung beide Lizenzen zu verteilen. Für „Flexible Office“-Arbeitsplätze, bei denen sich mehrere Benutzer ein Gerät teilen, würden sich Gerätelizenzen lohnen, um beliebig viele virtuelle Desktops für das jeweilige Gerät bereitstellen zu können. Der letztendlich wirtschaftlich sinnvolle Einsatz der Lizenzen hängt vom Nutzungsverhalten innerhalb der GISA GmbH ab.

Bei der Lizenzierung von XenDesktop 4.0 muss pro Benutzer- oder Gerätelizenz eine zusätzliche VECD bzw. VDA Lizenz von Microsoft erworben werden. Sie lizenzieren die virtuelle Kopie eines Windows Betriebssystems, das auf der virtuellen Maschine läuft. Partner von Microsoft, die im Windows Software Assurance (Windows SA) Programm beteiligt sind, können ab dem ersten Juli 2010 virtuelle Desktops ohne zusätzliche Kosten verteilen.

## 5.2 VMWare View 4

VMWare gehört neben Citrix zu einem der erfahrensten Unternehmen im Bereich der Software-Entwicklung für Virtualisierungsprodukte. Das Rückgrat des Unternehmens bilden Cloud Infrastrukturen und Virtualisierungslösungen. Seinen Einstieg in die Virtualisierung begründete VMWare kurz nach seiner Entstehung 1998 mit seinem bekannten Produkt „VMWare Workstation“, das entwickelt wurde, um virtuelle Maschinen auf Computern zur Verfügung stellen zu können. Im Bereich der Desktop-Virtualisierung stellt VMWare aktuell mit seiner Softwarelösung View 4.0 eine Umgebung für virtuelle Desktops zur Verfügung. Den Vorgänger dieser Version stellte VMWare mit der VMWare Infrastructure 3.

### 5.2.1 Allgemeiner Überblick VMWare View 4.0

Die Desktop-Virtualisierungsplattform VMWare View 4 ist in zwei Editionen verfügbar. VMWare bietet somit die Virtualisierungslösung in der Enterprise- und der Premier Edition an. Dabei kann der Kunde entscheiden, ob er als Neukunde in die Welt der Desktop-Virtualisierung startet oder als Bestandskunde durch Upgrades zusätzliche virtuelle Desktops realisieren möchte. Als Neukunde besteht die Möglichkeit, das View 4.0 Starter Kit zu kaufen. Dieses beinhaltet die Virtualisierungsplattform vSphere 4.0, den View Manager 4.0 und das vCenter mit Lizenzen für zehn Desktop-VMs. Das Starterkit existiert in sechs unterschiedlichen Ausführungen. Diese unterscheiden sich im Wesentlichen durch die Supportlaufzeit der erworbenen Produkte. So reicht das Angebot vom einfachen Ein-Jahres-Support, werktags zwölf Stunden pro Tag, bis hin zu drei Jahren technischer Unterstützung, sieben Tage die Woche 24 Stunden pro Tag. Den zusätzlichen Support lässt sich VMWare jedoch ordentlich bezahlen. Während die einfache Enterprise Starterkit Version mit vergleichsweise günstigen 1702 € zu Buche schlägt, muss der Kunde für den verlängerten technischen Support 2294,25 € zahlen. Die sechs Versionen des Starterkits gibt es sowohl für die Enterprise Umgebung als auch für die Premier Umgebung. Beide Editionen unterscheiden sich durch den Funktionsumfang und damit durch die erworbenen Komponenten der VMWare View Umgebung. Käufer der Enterprise Editionen müssen auf die Verteilung von Systemabbildern, auf die Grundlage eines Basisimages durch den View Composer, auf die Möglichkeit Offline Desktops nutzen zu können und auf die integrierte Applikations-Virtualisierung ThinApp verzichten.

Produkt Komponenten	Enterprise	Premier
vSphere für Desktops	✓	✓
vCenter Server	✓	✓
View Manager	✓	✓
View Composer	✗	✓
Offline Desktops	✗	✓
Thin App	✗	✓

Tabelle 3: Komponentenübersicht View4, Quelle: VMWare View Kaufoptionen

### 5.2.2 Bestandteile einer View 4.0 VDI-Struktur

Die Virtualisierung der Desktops mit VMWares View 4 basiert auf dem Hypervisor ESX und ESXi. Bei ESX handelt es sich um einen Bare-Metal-Hypervisor. Der ESXi als Thin Hypervisor stellt eine kostenlose und im Funktionsumfang eingeschränkte Version des ESX Hypervisors dar. Während XenDesktop mehrere gängige Hypervisor unterstützt, besteht View auf der Nutzung des firmeneigenen Hypervisors. Dabei sind der ESX 3.5 Update 3 und das vCenter Server 2.5 Update 3 als Minimalanforderungen vorgegeben [vgl. VMW10d]. Ältere Versionen werden von VMWare View 4 nicht mehr unterstützt. Der Hypervisor ist in der aktuellen Virtualisierungsumgebung VMWare Sphere 4 für Desktops enthalten.

Sphere 4 dient als Grundlage für die Virtualisierung von Computerkomponenten und für die Erstellung privater Clouds [vgl. Sav10]. VMWare selbst bezeichnet es als erstes Cloud Betriebssystem, mit dessen Hilfe Pools von virtuellen Infrastrukturen erstellt werden können. Dabei verspricht Sphere 4 einfache Kontrolle, effiziente Arbeitsweise und volle Flexibilität beim Verwalten der virtuellen Umgebung. Die Virtualisierungs-Suite enthält neben dem eigentlichen Hypervisor je nach Edition verschiedenste Funktionen und Software-Tools zur Verwaltung, Sicherung und Steuerung der virtuellen Systeme. Die zentrale Verwaltung der Sphere-Umgebung und deren Funktionen werden durch das vCenter realisiert. Die Administrationsumgebung dient der Vermittlung zwischen den verschiedenen Endpunkten innerhalb einer virtuellen Infrastruktur und der Überwachung der ESX Hosts.

Die zentrale Managementumgebung der virtuellen Desktopstruktur von View 4.0 stellt der View Manager dar, der sich aus mehreren Komponenten zusammensetzt. Die Verbindung zum Hypervisor und zum vCenter, das als Management Konsole für die virtuellen Maschinen fungiert, hält der View Connection Server. Er nimmt die Benutzeranfragen entgegen, authentifiziert die Nutzer und schleust die Anfragen an die nachgeschaltete View Infrastruktur weiter. Anschließend dient er zur sicheren und flexiblen Bereitstellung der virtuellen Desktops an die Endnutzer in Form von virtuellen Maschinen, physischen Desktops oder Terminal-Server-Sessions. Der View Agent nützt der Kommunikation der einzelnen virtuellen Maschinen mit dem Client. Er wird in der Grundkonfiguration einer virtuellen Maschine installiert, die als Template für die späteren virtuellen Desktops dient. Auf dem Endgerät der Nutzer, ob nun PC oder Thin Client, wird der View Client installiert. Er realisiert die Kommunikation mit dem View Connection Server und damit die Verbindung der Benutzer zu den ihnen zugeordneten virtuellen Desktops. Alternativ kann das View Portal als Add-In im Webbrowser für den Zugriff genutzt werden. Die letzte Komponente innerhalb des View Managers stellt der View Administrator dar. Hierbei handelt es sich um ein Webbrowser-Plug-in, mit dessen Hilfe Desktopadministratoren verschiedene Einstellungen an den virtuellen Desktops vornehmen können.

Innerhalb der View-Manager-Umgebung stellt der View Composer eine weitere Softwarekomponente dar. Er nutzt „Linked Clones“, um anhand eines Master-Abbildes schnell und einfach Desktop-Images für die virtuellen Desktops zu erstellen. Die so geschaffenen virtuellen Desktops teilen sich den Speicherplatz der verbundenen Speichersysteme. Die Daten und Einstellungen der Anwender werden getrennt von den Anwenderdaten gespeichert und so durch Updates und Veränderungen im Master-Image nicht beeinflusst. Für die Kommunikation zwischen dem Client und dem Server nutzt VMWare View 4 das PCoIP-Anzeigeprotokoll.

### 5.2.3 Lizenzierung

Die VMWare View Komponenten werden nach dem Prinzip der Concurrent Connections, basierend auf gleichzeitig bestehenden Verbindungen virtueller Desktops, lizenziert. Die Lizenzen können in Zehner- oder Hunderterschritten erworben werden. Dabei spielt es keine Rolle, wie viele Hosts von den ESX-Servern betrieben werden. Mit der Lizenzierung der View-Komponenten kann der Kunde einen Supportvertrag und Abonnement (SnS - Support and Subscription) erwerben, die ihm kostenlose Upgrades und Hilfestellungen rund um die entsprechenden VMWare Produkte ermöglichen.

Lizenz für Edition, Neukunden	Preis
Enterprise Edition	150\$ pro CCU
Premier Edition	250\$ pro CCU
Lizenz für Edition, vSphere Bestandskunden	Preis
Enterprise Add-on	50\$ pro CCU
Premier Add-on	150\$ pro CCU
Lizenz für Edition, View Enterprise Bestandskunden	Preis
Premier Upgrade	100\$ pro CCU

Tabelle 4: Preisübersicht View 4 Lizenzen

Tabelle 4 zeigt einen ersten Überblick über die Lizenzierung von View 4.0 für verschiedene Kundenarten. Eine genauere Betrachtung der Lizenzierung der beinhalteten Komponenten, der Anzahl der zugehörigen CCU-Lizenzen und der jeweiligen Funktionalitäten von VMWare View 4.0 findet sich im Internet [VMW10a].

## 5.3 Microsoft VDI Suite

Während Citrix und VMWare schon über mehrere Jahre Schritte in die Richtung der Desktop-Virtualisierung unternahmen, konnte Microsoft bis zur Einführung des Windows Server 2008 R2 auf keinerlei vollständige VDI-Lösung zurückgreifen. Das Unternehmen vernachlässigte lange Zeit die Möglichkeiten, virtuelle Desktops im Rechenzentrum zu betreiben und begann erst relativ spät mit der Entwicklung einer eigenen virtuellen Desktopumgebung. Als Ergebnis präsentierte Microsoft neben der neuen Windows Server Version 2008 R2 die Microsoft VDI Suite.

### 5.3.1 Allgemeiner Überblick VDI Suite

Microsoft bietet seine VDI Suite in zwei unterschiedlichen Editionen an. Die Microsoft VDI Standard Suite und die Microsoft VDI Premium Suite. Beide Editionen erhalten die Grundkomponenten, um virtuelle Desktops zu realisieren. Die Premium Version wird neben den Komponenten der Standard Edition zusätzlich durch eine vollständige Unterstützung der bekannten Remote-Desktop-Dienste, zur Veröffentlichung von sitzungsbasierten Desktops und die Application Virtualisierung für Remotedesktopdienste erweitert.

### 5.3.2 Bestandteile einer VDI Suite Struktur

Auch die VDI-Suite von Microsoft besteht aus mehreren Komponenten. Grundlage liefert wie auch bei VMWare nur der firmeneigene Hypervisor Hyper-V [Com09, vgl.]. Dieser steht im Windows Server 2008 R2 als zusätzliche Rolle in einer überarbeiteten Version bereit. Mit der Einführung der neuen Serverversion erweiterte Microsoft die Funktionen des bisher für die Remote-Desktop-Services genutzten Session-Brokers und stellt damit einen eigenen Connection-Broker zur Zuweisung der virtuellen Desktops bereit. Die Verwaltung und das Management der virtuellen Desktopstruktur realisiert Microsofts VDI-Verwaltungssuite. Deren drei Komponenten (System Center Virtual Machine Manager, System Center Operations Manager und System Center Configuration Manager) dienen der Kontrolle und Verwaltung innerhalb der virtuellen Desktopumgebung.



Die Kommunikation innerhalb der VDI Suite realisiert das Microsoft Remote Desktop Protokoll (RDP). Das Verbindungsprotokoll findet bereits bei den Windows Terminal Servern Anwendung und soll auch die Anbindung an die virtuellen Desktops sicherstellen. Microsoft rüstet sein Übertragungsprotokoll in der aktuellen siebten Version mit einigen neuen Funktionen auf, kämpft allerdings nach wie vor mit den Schwächen des Protokolls bei schmalbandigen Anbindungen an das Netzwerk.

### 5.3.3 Lizenzierung

Die Lizenzierung von Microsofts virtuellen Desktopkomponenten basiert in erster Linie auf der Windows Virtual Enterprise Centralized Desktop Lizenz (VECD). Wo auch immer virtuelle Kopien von Windows Client-Betriebssystemen Anwendung finden, kommt VECD zum Einsatz. Dadurch werden verschiedene Nutzungsmöglichkeiten für die lizenzierten Systeme ermöglicht.

- Ausführung der Windowskopie auf dem virtuellen Host
- Live Migration virtueller Computer
- Zugriff auf bis zu vier VM-Lizenzen pro Gerät

VECD stellt dabei eine gerätebasierte Lizenz dar. Microsoft bietet zwei Arten der Lizenzierung mit VECD an.

Lizenzart	Preis
Software Assurance durch VECD	23 \$ pro Jahr
Gerätelizenz durch VECD	110 \$ pro Gerät pro Jahr

Tabelle 5: Lizenzmöglichkeiten VECD von Microsoft



## 6 Theoretische Konzeption

### 6.1 Strategische Überlegungen

#### 6.1.1 Anforderungen der GISA GmbH

Die Einführung virtueller Desktop Infrastrukturen innerhalb der GISA GmbH oder anderer Unternehmen, die über den Einsatz neuer IT-Umgebungen nachdenken, bedarf einer geordneten Strategie und Überlegungen bezüglich des produktiven Einsatzes einer derartigen Technologie. Bevor man sich mit den Anbietern der Softwarelösungen für virtuelle Desktop Infrastrukturen und den daraus resultierenden technischen Anforderungen auseinandersetzt, müssen die Ziele durch den Einsatz dieser neuen Technik und die strategischen Maßnahmen, die für eine problemlose Implementierung notwendig sind, verdeutlicht werden.

Die GISA GmbH setzt mehrere Erwartungen in die Einführung virtueller Desktops:

- jederzeit Zugriff auf die Arbeitsplätze mit jeglichem Endgerät
- sinnvolles Einbinden der neuen Technologie in die vorhandene IT-Landschaft
- angemessene Leistung der Endgeräte und installierten Anwendungen
- zukünftige Absicherung der neuen Technologie durch ausgereifte Softwarelösung
- innovative Blickrichtung der gewählten Softwarehersteller
- Fortbetrieb des gewohnten Arbeitsumfeldes der Mitarbeiter
- Datensicherheit durch Zentralisierung und Absicherung der Nutzerdaten

- Reduktion der TCO im Bezug auf:
  - Vereinfachung und Zentralisierung der Bereitstellung neuer Arbeitsplätze
  - Administrierbarkeit der angeschlossenen Desktops
  - ständig verfügbare virtuelle Desktops
  - Optimierung der Hardware-Auslastung
  - Minimierung des Energieverbrauchs

Die Umstellung auf virtuelle Arbeitsstationen darf jedoch nicht zu Ungunsten der Benutzer geschehen, da die Zufriedenheit der Mitarbeiter mit den ihnen zur Verfügung gestellten Arbeitsmaterialien das Rückgrat einer produktiven Arbeitsweise innerhalb eines Unternehmens darstellt. Die GISA GmbH möchte mit Hilfe virtueller Desktops eine neue Technologie im Rechenzentrum etablieren, die eine schnelle Bereitstellung ständig erreichbarer Arbeitsumgebungen ermöglicht. Ein effizienter Aufbau einer VDI-Umgebung soll die ständige Verfügbarkeit unabhängig vom Standort und vom Client des Mitarbeiters realisieren und muss diverse Hard- und Softwareausfälle, die die Produktivität des Unternehmens gefährden, abfangen können. Der fehlerhaften Administration soll mit Hilfe übersichtlicher und gut administrierbarer Managementumgebungen entgegengewirkt werden. Eine einfache Installation, Administration und Inbetriebnahme der virtuellen Desktops basiert auf einer aufgeräumten und übersichtlichen Administrationskonsole. Die dafür nötige Software soll eine homogene und gut abgestimmte Oberfläche bieten, deren umfangreiche Funktionen mit möglichst wenig Aufwand auf die virtuellen Desktops anwendbar sind.

Die virtuellen Desktops dürfen keine Einschränkungen bezüglich der Performance eines gewohnten Arbeitsumfeldes aufzeigen und müssen sich mit den Sicherheitsanforderungen der GISA GmbH vereinbaren lassen. Der Einsatz der Virtualisierungsinfrastruktur soll den Support vereinfachen und zentralisieren und eine Wartung der angeschlossenen Hardwarekomponenten ohne größere Ausfallzeiten ermöglichen.

### 6.1.2 Klassifizierung der Benutzer

Eine Klassifizierung der Benutzer und deren Anforderungen innerhalb der GISA GmbH dient dem besseren Verständnis von Anforderungen und Kriterien zwischen Anwender und Technik und einer effizienteren Abstimmung der Nutzer auf ihre späteren virtuellen Desktops.

Für die Einführung der Desktop-Virtualisierung innerhalb der GISA GmbH soll vorerst die Gruppe der Standard- bzw. Office User betrachtet werden. Deren Arbeitsplätze zeichnen sich durch einen hohen Grad der Standardisierung mit einer nahezu identischen Desktopumgebung inklusive Anwendungen aus. In der Grundverteilung der Desktops an die Benutzer findet sich eine Vielzahl an Konfigurationen, Programmen und Updates, die in eine neue Windows Installation eingebunden werden. Neben McAfee als Anti-Viren Programm dient die Deaktivierung diverser Hardwareports, des Floppy- und CD-ROM-Laufwerks und die Deaktivierung der USB-Ports der erhöhten Sicherheit. Hinzu kommen diverse Office-Programme, wie der Adobe Reader 8.2.0, Microsoft Office Professionell Plus 2007 oder der Visio Viewer. Des Weiteren wird das .NET-Framework in Version 1.1 und 2.0 hinzugefügt und es werden diverse Add-Ons und Updates für verschiedene Microsoft-Programme eingespielt. Der Benutzer muss sich mit möglichst wenig Aufwand mit dem virtuellen Desktop verbinden und die gewohnten Möglichkeiten zum Ausdrucken von Dokumenten nutzen können.

Programmierer, Entwickler oder Administratoren, auch Power User genannt, stellen erweiterte Anforderungen an die virtuellen Desktops. Sie arbeiten mit speziellen Entwicklungsumgebungen, Zusatzprogrammen und administrativen Werkzeugen und müssen mit extra konfigurierten Systemabbildern versorgt werden. Sie benötigen Zugriff auf lokale Peripheriegeräte wie USB-Festplatten, CD-ROM oder USB-Sticks und arbeiten oft auf parallelen Systemen mit mehreren Monitoren gleichzeitig.

Die hohe Verbreitung mobiler Endgeräte, wie Net- und Notebooks, sowie die zunehmende Nutzung kleinerer und mobiler Endgeräte, wie iPad oder Smartphone, lassen die Anzahl der Mobile User erheblich wachsen. Die mobilen Endgeräte besitzen oft über einen längeren Zeitraum keine oder nur eingeschränkte Verbindungen zum Firmennetz, bewegen sich häufig zwischen verschiedenen Standorten und sind Träger teils hoch sensibler Daten. Diese Bedingungen müssen bei der Konfiguration virtueller Desktops für die Nutzung auf mobilen Endgeräten berücksichtigt werden.

Die folgende Tabelle soll die Benutzergruppen und deren spezielle Anforderungen noch einmal im Wesentlichen zusammenfassen:

Gruppe	Beispiele	Anforderungen	mögl.Endgeräte
Office User	Personalwesen, Finanzabt., Verwaltung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ einfacher Zugang zu Standardanwendungen</li> <li>▪ stationäre Clients ausreichend</li> <li>▪ Möglichkeit für persönliche Anpassung des Desktops</li> </ul>	Desktop-PC, Thin-Client
Power User	Programmierer, Administratoren, Flexible-Office <sup>12</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mehrmonitorbetrieb notwendig</li> <li>▪ Einsatz spezieller Software</li> <li>▪ Einsatz verschiedener Betriebssysteme</li> <li>▪ Einsatz paralleler Anmeldungen auf verschiedenen Systemen</li> <li>▪ USB-Zugriffe</li> </ul>	Desktop-PC, Laptops
Mobile User	Home Office, Field engineer	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anwendungen möglichst offline verfügbar</li> <li>▪ oft nur schmalbandige Anbindung zum Firmennetz</li> <li>▪ einfache Synchronisierung mit RZ</li> <li>▪ Absicherung teils sensibler Daten</li> </ul>	Laptops, Netbooks, Smartphones

Tabelle 6: Benutzergruppen innerhalb der GISA GmbH

<sup>12</sup> Das Flexible-Office stellt eine, auch als Shared-Desk bezeichnete, Organisationsform dar, in der die Anzahl der Arbeitsplätze unter der Anzahl der Mitarbeiter liegt. Die Arbeitsplätze sind an keinen festen Mitarbeiter gebunden. Die freie Wahl des Arbeitsplatzes ermöglicht so eine bessere Auslastung der Arbeitsplätze.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Umgebung, in der die neue Technologie implementiert werden soll. Es stellt sich die Frage, ob die GISA GmbH vorhandene Serversysteme nutzen kann und diese vollständig mit der neuen Virtualisierungstechnik kompatibel sind oder ob die Firma eine komplett dedizierte Serverumgebung für die virtuellen Desktops planen muss. Die unterschiedlichen Bereiche müssen betrachtet werden, um sagen zu können, ob später ein problemloses Miteinander in einer gemeinsamen virtuellen Umgebung möglich ist oder ob es Abteilungen gibt, die abgeschlossene Infrastrukturen benötigen.

Fehlende Erfahrung mit der jungen Technologie stellt besondere Ansprüche an Installation und Umgang mit der ausgewählten Software. Die Realisierung darf keinesfalls schnell und unüberlegt geschehen. In einer Testumgebung sollte überprüft werden, inwieweit die Möglichkeiten der Desktop-Virtualisierung Ansprüche von Nutzern und Administratoren gerecht werden. Die GISA GmbH setzt allein 25 Programme (Office Tools, Mail-Programme, Anti-Viren-Programm usw.) in der Standardverteilung von Arbeitsplätzen ein. Innerhalb der Testumgebung muss evaluiert werden, wie sich die Software in virtuellen Strukturen verhält und ob auch weiterhin ein problemloser Umgang mit den Programmen geboten werden kann. Der Einsatz virtueller Desktopstrukturen und der damit verbundene Umgang mit den notwendigen Softwareprodukten stellt hohe Ansprüche an die IT-Mitarbeiter, die für die Implementierung verantwortlich sind. Zusätzliche Lehrgänge und Schulungen rund um die eingesetzte Software-Technologie sind für eine ordnungsgemäße Installation und den späteren Betrieb unumgänglich.

## 6.2 Technologische Überlegungen

Die richtige Strategie allein stellt noch keine vollständige Grundlage für die Auswahl der richtigen Virtualisierungssoftware dar. Es gilt sich mit den technischen Notwendigkeiten vertraut zu machen, die als Grundlage für den Betrieb einer VDI-Umgebung dienen. Die vorliegende Diplomarbeit beleuchtet drei technische Schlüsselaspekte der virtuellen Desktopumgebungen:

- CPU-Betrachtung
- Arbeitsspeicher-Betrachtung
- Speicherplatz-Betrachtung

### 6.2.1 Prozessorkonfiguration

Virtuelle Desktops setzen virtuelle Maschinen voraus. Jedem Benutzer wird dabei eine VM zur Verfügung gestellt, auf der der virtuelle Arbeitsplatz aufsetzt. Spricht man von virtuellen Maschinen, muss man sich zwangsläufig mit der Technik auseinandersetzen, die für deren Realisierung notwendig ist. Server stellen die Grundlage einer VDI dar. Je nach Einrichtung der VDI-Umgebung muss überlegt werden, welche Art und Bauweise der Server und deren Prozessoren für die Realisierung virtueller Desktops notwendig sind.

Zunächst gilt es, die Skalierung virtueller Maschinen auf den eingesetzten Prozessoren zu betrachten. Bei der Angabe der Anzahl möglicher Virtueller Maschinen pro CPU-Kern halten sich die Anbieter von Virtualisierungslösungen auffällig zurück. Die verschiedenen Arten der Nutzung und die damit verbundenen Anwendungen erschweren eine genaue Kalkulation für einen Prozessorkern. Je nach Art des Workloads sprechen Erfahrungswerte von ca. sieben bis acht Virtuellen CPUs pro physischem CPU-Kern. In einer produktiven Umgebung sollte die maximale Auslastung der Prozessoren jedoch aus Performancegründen nicht zwangsläufig ausgereizt werden. Die beiden führenden Prozessorhersteller Intel und AMD bieten mit aktuellen Vier-Kern-Prozessoren eine ausgereifte Technologie für einen erschwinglichen Preis. Die Prozessoren der Xeon- und Opteron-Familie verfügen über die für die Virtualisierung notwendige Erweiterung der Hardwarevirtualisierung.



### Hardwarevirtualisierung - Intel VT und AMD-V

Seit 2005 implementieren Intel und AMD mit der Intel VT bzw. AMD-V Technologie Hardwareunterstützung der Virtualisierung in ihren Prozessoren. Bei den unter den Codenamen Intel Vanderpool und AMD Pacifica bekannten Funktionen handelt es sich um eine Befehlssatzerweiterung zur Optimierung der Virtualisierung. Während x86/x64-Prozessoren ohne die neue Technologie Anfragen durch das Gast-Betriebssystem auf der Virtualisierungsschicht abfangen und manipulieren müssen<sup>13</sup>, um Störungen des Gastsystems zu vermeiden, sind Prozessoren mit Hardwareunterstützung in der Lage, Anfragen aus mehreren Betriebssystemen entgegenzunehmen.

Bei der Betrachtung des Ringschemas der x86-Architektur, womit Befehle und Prozesse innerhalb des Betriebssystems privilegiert und eingeteilt werden, geht man ohne Hardwarevirtualisierung von vier Ringen aus [vgl. Gro, Seite 6]. Ring 0 steht dabei für den Kernel-Modus. Er besitzt die höchste Priorität. Hier stehen dem jeweiligen Prozess alle Befehle der CPU zur Verfügung. Bei den Ringen 1 bis 3 handelt es sich um den User-Modus. Die Prozesse des „Userlands“ dürfen nur in den ihnen zugeordneten Ringen oder Domains agieren und sprechen über Gates mit der darunter liegenden Ebene. Im Gegensatz dazu wird beim Ringschema der Prozessoren mit Hardwarevirtualisierung ein zusätzlicher Ring, Ring -1, eingeführt (siehe Abbildung 7). Diese Schicht ist mit höheren Privilegien ausgestattet als der Ring 0. Bei der Kommunikation des Virtual Machine Managers (Hypervisor), der im Ring -1 liegt, mit der virtuellen Maschine sendet der VMM die Befehle direkt an die CPU. Diese erkennt die für den Hypervisor kritischen Anfragen und führt sie ohne zusätzliche Modifikationen aus.

Während VMWare das Verfahren nur in bestimmten Fällen (Virtualisierung von 64-bit Gastsystemen) nutzt und bis heute Änderungen der Anfragen über die Virtualisierungsschicht ihres ESX Hypervisors realisiert (Binary Translation), setzen Xen und Hyper-V die Virtualisierungsfunktionen der Prozessoren voraus und lassen sich ohne diese Zusatzfunktion nicht betreiben [vgl. Com08].

---

<sup>13</sup> Auch als Binary Translation bekannte Technologie zur Emulation und Übersetzung von Befehlssätzen.

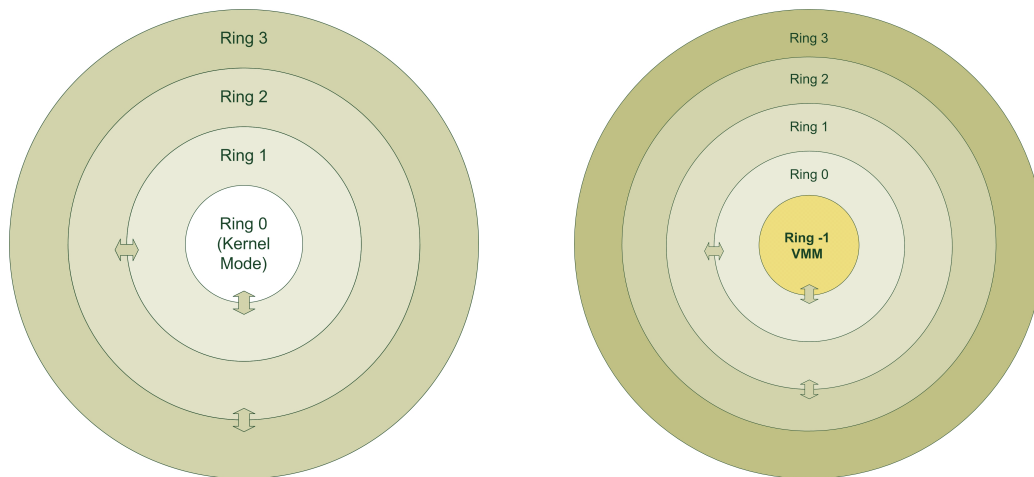


Abbildung 7: Ring Schema x86-Architektur ohne und mit Hardwarevirtualisierung

### 6.2.2 Arbeitsspeicherbedarf

Die Prozessorleistung allein reicht als Indikator für die mögliche Anzahl virtueller Maschinen auf einem Server nicht aus. Bei der Betrachtung der virtuellen Maschinen spielt der Bedarf an Arbeitsspeicher pro virtuellem Desktop eine wichtige Rolle. Kommt es innerhalb einer virtuellen Desktopumgebung zu einem Engpass an Arbeitsspeicher, nützt ausschließlich eine große Anzahl an Prozessorkernen sehr wenig. Die Prozessorwahl und die des eingesetzten Arbeitsspeichers auf dem Server gehen dabei eine enge Bindung in der technischen Ausstattung der virtuellen Infrastruktur ein. Ohne eine konkrete Desktop-Virtualisierungsstrategie ist es sehr schwer, den nötigen RAM-Bedarf genau einzuschätzen. Verschiedene Faktoren beeinflussen die Wahl der Hardwarekomponenten. Die Anzahl der virtuellen Maschinen, die später die Grundlage für die virtuellen Desktops darstellen, sowie die Anwendungen und der damit einhergehende Workload des Nutzers eines virtuellen Desktops bestimmen die Bestückung der Server mit den notwendigen Prozessor- und Arbeitsspeicherkomponenten. Während die virtuellen Maschinen beim Einsatz von Citrix XenServer und Microsofts Hyper-V den angegebenen RAM auf dem Arbeitsspeicher des Host-Systems nach ihrem Start direkt reservieren, rüstet VMWare seinen Hypervisor ESX mit besonderen Funktion zur effektiveren Nutzung des Host-Arbeitsspeichers aus.

Das so genannte Memory Overcommitment reserviert für gestartete virtuelle Maschinen nur den tatsächlich benötigten Arbeitsspeicher. Mit Hilfe der Page Sharing Funktionalität prüft der ESX-Server in regelmäßigen Abständen den verwendeten RAM-Bereich. Stellt der VMM fest, dass identische Pages (in der Abbildung 8 als gleichfarbige Kästchen dargestellt), also gleichartige Arbeitsspeicherbereiche, durch identische virtuelle Maschinen genutzt werden, erstellt der Hypervisor einen Link auf den gemeinsamen RAM-Bereich, gibt den doppelt verwendeten Speicher frei und hält sich so eine dynamische Anpassung an den Start neuer virtueller Maschinen offen.

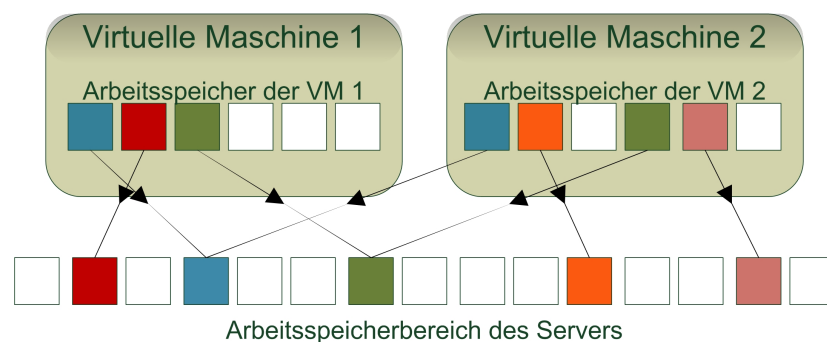


Abbildung 8: Page Sharing für virtuelle Maschinen in ESX; Quelle: [VMW74]

Diese Funktionalität kann vor allem beim Einsatz einer großen Anzahl identischer virtueller Desktops durch automatische Pools eine starke Optimierung der RAM-Nutzung realisieren.

### 6.2.3 Storageplanung

Die Planung und Dimensionierung des Speicherplatzes einer virtuellen Desktop Infrastruktur stellt neben der Wahl der richtigen Severttechnologie einen entscheidenden Faktor dar. Viele Unternehmen fokussieren ihren Blick auf die Auswahl der richtigen Produkte sowie Anbieter und vernachlässigen dabei die dringend notwendige Betrachtung der richtigen Speicherstrategie. Storage kann mitunter einen sehr kostenintensiven Faktor bei der Realisierung einer VDI-Infrastruktur darstellen. Zudem treten im Zusammenhang mit Wahl und Umsetzung des Speicherplatzes immer wieder Probleme auf, die sich durch die Nichtbeachtung speicherbeeinflussender Faktoren ergeben.

Um die Probleme der Speicherplanung zu verstehen, muss man verstehen, wofür der Speicherplatz in einer VDI-Struktur benötigt wird. Der Speicherbedarf setzt sich aus mehreren Posten zusammen:

- Imagedaten der virtuellen Maschine
- Benutzerdaten (Einstellungen, Anwendungsdaten)
- Anwendungen
- Backup-Daten

Der XenServer und Microsofts Hyper-V speichern die Daten der virtuellen Maschine auf einer VHD-Datei. VMWares ESX Server hält ein eigenes Format für die Speicherung der Imagedateien bereit und bedient sich so genannter VMDK-Dateien. Die Speicherung der Daten einer virtuellen Maschine kann durch verschiedene Storage-Lösungen bewerkstelligt werden. Während man für erste Pilotumgebungen mit einer kleinen Anzahl virtueller Maschinen oder Automated Pool Desktopumgebungen ohne persistente Speicherung der Nutzereinstellungen problemlos den lokalen Host-Speicherplatz eines Hypervisor-Servers nutzen kann, sollte man für die Bereitstellung größerer produktiver Umgebungen über den Einsatz eines Shared Storages in Form von NAS- oder hocheffizienten SAN Lösungen nachdenken. Das Thema der Speicherart stellt im Internet einen großen Streitpunkt dar, der von VDI-Nutzern kontrovers diskutiert wird. Viele sind der Meinung, dass es nicht zwangsläufig einer teuren Shared Storage Lösung bedarf, um Speicherplatz zur Verfügung zu stellen. Sicher jedoch ist, dass bei der Speicherbetrachtung ein sinnvoller Weg zwischen Kosten, Aufwand, Zugriffs-Kalkulation, Energieverbrauch sowie der nötigen Kapazität gefunden werden muss.

Die komplexen SAN-Umgebungen als Zusammenschluss mehrerer Speicherkomponenten bieten - im Gegensatz zu lokalem Speicher - Möglichkeiten der Sicherung, Wiederherstellung, Spiegelung und Migration und stellen somit ein effizientes und verlässliches Speichersystem dar. Das SAN beschreibt eine Art Datenpool, der in voneinander getrennte, logische Einheiten (LUNs) eingeteilt werden kann. Werden beispielsweise mehrere Hypervisor in einer virtuellen Struktur betrieben, können dem einzelnen Server so von einander unabhängige Speicherbereiche zugewiesen werden.

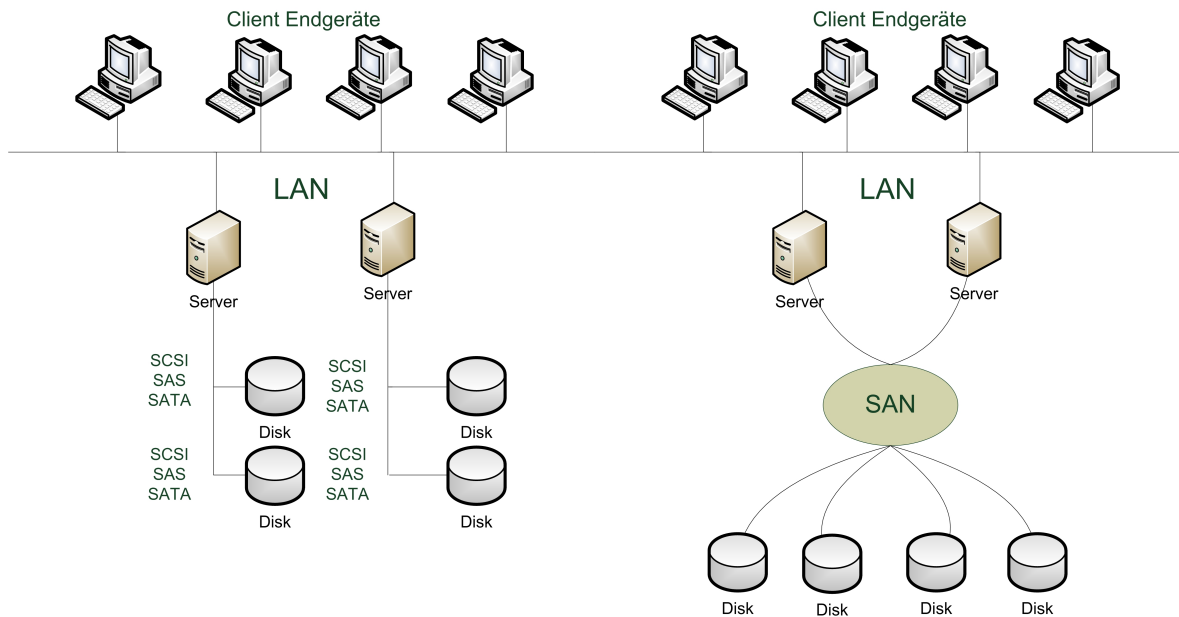


Abbildung 9: SAN Speicherarchitektur

Für die Datenspeicherung einer Vielzahl von Benutzern empfiehlt sich trotz hoher Implementierungskosten eine SAN-Lösung, wenn man die VDI-Umgebung mit Produktivfunktionalitäten wie dem Provisioning, High Availability oder der Live Migration virtueller Maschinen ausrüsten möchte. Je nach Größe und Umfang der virtuellen Desktopumgebung muss abgewogen werden, ob alle Funktionalitäten für virtuelle Desktops notwendig sind oder ob auf bestimmte Enterprise-Zusatzfunktionen der Hypervisor verzichtet werden kann.

Die Anbindung der Hostsysteme an den Storage wird in produktiven Umgebungen mit Hilfe verschiedener Schnittstellen und Speicherzugriffsprotokolle realisiert. Im professionellen Umfeld ist derzeit Fibre Channel (FC) und im mittelständischen Umfeld das Internet Small Computer System Interface (iSCSI) weit verbreitet. Fibre Channel bietet eine geringe Fehlerrate, geringe Latenz und eine hohe Übertragungsgeschwindigkeit.

Die blockorientierte Übertragungsweise des seriellen Übertragungsprotokolls ist besonders für den Transport von Massendaten optimiert und so auf die Anbindung von Servern an entfernte Speichermedien ausgerichtet. Die Übertragung über Glasfaser- und Kupferkabel ist die am häufigsten in Verbindung mit SAN-Storage-Lösungen eingesetzte Technologie. Verschiedene Protokolle realisieren je nach Art der Topologie der Anbindung die Übertragung der Daten. Fibre Channel setzt auf eigene Übertragungshardware auf und benötigt je nach Installation Kopplungselemente wie Switches und Knoten. Seit 2007 spielt FC seine Vorteile auch über Vollduplex-Ethernet-basierte Netzwerke aus und vereinfacht den Hardwareaufwand. Das Fibre Channel over Ethernet Protokoll (FCoE) ermöglicht es, eine physikalische Infrastruktur sowohl für die FC-Übertragung, als auch als konventionelles Ethernet zu nutzen. Das iSCSI-Protokoll dient der Punkt-zu-Punkt-Übertragung von Daten zwischen Servern mit großem Speicherbedarf und- platz im Netzwerk (optische Laufwerke, Bandlaufwerke, Festplatten). In einem TCP/IP-Netz werden die Daten gemeinsam mit den SCSI-Kommandos in einem TCP-Paket gesendet. Es besteht ein direkter Kontakt zwischen dem Anbieter des Netzwerkspeichers (Target) und dem Empfänger, der den Speicher in sein System einbindet (Initiator). Der Einsatz in produktiven Umgebungen dient beispielsweise der direkten Verknüpfung von SANs.

### **Performance Bremse IOPS**

Der gemeinsame Zugriff virtueller Maschinen auf den Speicherplatz innerhalb der virtuellen Infrastruktur kann bei falscher Konfiguration und Dimensionierung schnell zu Problemen führen. Der Lese- und Schreibzugriff auf den Speicher wird als IOPS bezeichnet und steht für Input Output per Second. Die Art und Anzahl der Zugriffe variieren dabei abhängig vom Zeitpunkt, in dem sich die Maschine befindet und der Aufgabe, die aktuell berechnet wird. Die Zugriffe müssen vom Storage verarbeitet werden und möglichst schnell Ergebnisse zurückliefern. Vernachlässigt man bei der Konzeption seiner virtuellen Desktop Infrastruktur den Einfluss, den IOPS auf den eingesetzten Speicherplatz hat, kann die Storage-Lösung schnell zum Flaschenhals werden und damit zu erheblichen Performance-Einbußen führen.

Die Höhe der IOPS wird durch mehrere Faktoren beeinflusst. Zum einen spielt die Art der Nutzung von Computersystemen, also die Art der Zugriffe auf den Speicher, eine große Rolle. Vor der Umsetzung der Storage-Lösung muss man sich bewusst machen, auf welche Art und Weise und zu welchen Zeiten die Zugriffe auf den Speicherplatz erfolgen. So ist gerade bei der Planung von virtuellen Desktops zu beachten, dass sich zur gleichen Zeit eine große Anzahl Nutzer anmelden werden.

Dadurch entsteht eine hohe IOPS-Anzahl, die es durch bereits gestartete virtuelle Maschinen und performante Festplatten-Zusammenstellungen zu bewältigen gilt. Ohne ein ausgewogenes Storage-System kann der Arbeitsbeginn schnell zu so genannten Login-Storms, also der synchronen, zeitgleichen Beanspruchung der Desktop Infrastruktur durch eine hohe Anzahl gleichzeitiger Anmeldungen verschiedener Benutzer, und so zu einem Einbruch der Performance führen. Eine gute Balance zwischen Performance und Kapazität ist unumgänglich. Es nützt nichts, wenn die Hardware eine hohe Anzahl virtueller Maschinen beherbergen kann, die Geschwindigkeit jedoch durch deren hohe IOPS-Beanspruchung beim Zugriff auf den Speicher leidet und Nutzer somit nicht problemlos arbeiten können. Die Nutzer und deren Arbeitsweise, die durch den Umgang mit unterschiedlich anspruchsvoller Software differenziert werden können, haben einen großen Einfluss auf die Lese- und Schreibzugriffe auf dem Speicher. Man geht dabei von drei verschiedenen Arten aus:

User Level	Ø-IOPS	Art der Verwendung
Light User	3-5	Niedrige Speicherbelastung (z.B. Office Anwendungen)
Medium User	8-10	Mittlere Speicherbelastung (z.B. rechenintensive 3D Programme)
Heavy User	14-20	Hohe Speicherbelastung (z.B. Mail Server, Datenbankzugriffe)

Tabelle 7: IOPS User Level Windows XP, Quelle: [Spr10a]

Die Werte beziehen sich auf Durchschnittswerte mit dem Betriebssystem Windows XP. Je nach Betriebssystem (OS) können die Werte abweichen. Kommt beispielsweise Windows 7 zum Einsatz steigt der Durchschnitt, da Windows 7 höhere Hardwareanforderungen und eine höhere Anzahl an Lese -und Schreibvorgängen für den Betrieb benötigt. Durch diese Unterschiede der I/O-Last auf die Stagesysteme sind die Gastbetriebssysteme bei der Planung unbedingt zu beachten.

Zum anderen spielt die eingesetzte Festplatten-Technik und die Zusammensetzung der Festplatten in einem Verbund (RAID) eine große Rolle für die möglichen IOPS. Je nach Geschwindigkeit der Festplatte und damit mit der Zeit der Zugriffe einer Festplatte auf die Daten unterscheiden sich die IOPS-Zahlen, die die Festplatten leisten können.

Um die Geschwindigkeiten der für den Speicherplatz eingesetzten Festplatten richtig einschätzen zu können, lässt sich das Verhältnis der Lese- und Schreibzugriffe der verschiedenen Festplattenarten berechnen. Dabei hängt die Anzahl der IOPS mit denen die Festplatte arbeiten kann im Wesentlichen von drei Attributen ab:

- Umdrehungen pro Minute (rpm)
- durchschnittliche Zugriffsverzögerung (Average Latency)
- durchschnittliche Suchzeit (Average Seek Time)

Daraus berechnet sich mit folgender Formel das mögliche IOPS für jede Festplatte [ZDN06]:

$$IOPS = \frac{1}{\varnothing \text{ Zugriffsverzögerung} + \varnothing \text{ Suchzeit}}$$

Im Internet [vgl. Yel09] findet man für die verschiedenen Festplattentypen anhand derer Spezifikationen folgende errechnete Durchschnittswerte:

Festplattentyp	Ø-IOPS
5400 RPM HDD	40-50
7200 RPM HDD	60-80
10000 RPM HDD	100-130
15000 RPM HDD	150-180
Solid State Disks	400 - 8000

Tabelle 8: IOPS Werte Festplatten

### Solid State Disk

Als teure aber extrem leistungsfähige Alternative und Ergänzung können SSDs, so genannte Solid State Disks, angesehen werden. Die Festplatten ohne jegliche bewegliche Teile erreichen IOPS-Werte, mit denen 15k Festplatten selbst in leistungsfähigen RAID-Verbünden nicht vergleichbar sind. SSD-Speicher stellt jedoch nach wie vor einen der teuersten Speicher-Hardwarebausteine dar.



Für eine Speicherbereitstellung in einer virtuellen Desktop Infrastruktur sollte daher abgewogen werden, ob auch herkömmliche Storage-Systeme die Last der virtuellen Umgebung bewältigen können oder ob die teuren SSD-Speicher zur Unterstützung zum Einsatz kommen sollten.

### **RAID-Level**

Ein weiteres Attribut für die Planung einer Storage-Lösung stellt das eingesetzte RAID-Level dar, mit dem die Festplatten im Verbund angeordnet sind. Dabei muss versucht werden, einen günstigen Ausgleich zwischen Sicherheit und Performance zu finden. Auch die finanziellen Aspekte der verschiedenen RAID-Level spielen dabei eine große Rolle. Je höher der Bedarf an Festplatten desto höher der eingesetzte finanzielle Aufwand. Hier kann man mit einem hochperformantem, redundanten RAID-Level schnell an die finanziellen Grenzen der Planung stoßen. In Verbindung mit virtuellen Desktop Storage-Umgebungen spricht man von RAID5 oder RAID10 Festplattenverbänden zur Realisierung des Speicherplatzes.

## **6.3 Wirtschaftliche Überlegungen**

Beschäftigt man sich mit den technologischen Aspekten einer virtuellen Desktopumgebung, die sich mit den strategischen Anforderungen decken sollen, müssen auch zwangsläufig die daraus resultierenden wirtschaftlichen Aspekte betrachtet werden. Ohne eine wohl überlegte Taktik können sich die Kosten der Infrastruktur unerwartet schnell in ungeahnte Höhen bewegen. Der folgende Abschnitt soll dabei einen ersten Einblick in die wirtschaftlichen Folgen einer Einführung virtueller Desktopstrukturen darstellen. Er stellt keinen Ersatz für eine vollständige betriebswirtschaftliche Betrachtung dar, da diese den Rahmen der Diplomarbeit überschreiten würde.

Bei der Betrachtung der Kosten sind nicht nur die technisch notwendigen Investitionen zur Realisierung virtueller Desktops zu beachten, auch Zusatzkosten, die durch Support, Wartung und geplante und ungeplante Ausfälle entstehen, müssen berücksichtigt werden. Die Entscheidung, ob man die virtuelle Desktop Infrastruktur als eigenständige Umgebung mit dedizierter Hardware, die für die notwendigen Funktionen innerhalb der Struktur reserviert sind, verwendet oder ob man die neuen Komponenten in die schon vorhandene Infrastruktur eingliedert, bestimmt inwieweit das Unternehmen investieren muss.

Die Desktop-Virtualisierung stellt eine umfangreiche Zusammenstellung verschiedener Software- und Hardwarekomponenten dar. Die Komplexität, die je nach Aufbau und Absicherung einen hohen Einsatz verschiedener Komponenten erfordert, lässt die Versprechungen über Kostensenkungen mit Hilfe der Desktop-Virtualisierung der Industrie auf den ersten Blick vergessen.

Viele der Komponenten innerhalb einer virtuellen Desktopstruktur sind bei Systemausfällen als mögliche Single Points of Failure (SPOF) zu betrachten. Ein SPOF stellt ein systemkritisches Problem dar, das durch den Ausfall einer einzigen Komponente das Gesamtsystem in Mitleidenschaft zieht. Möchte man innerhalb der virtuellen Desktop Infrastruktur Komponenten als SPOF nahezu ausschließen, bedarf es einer hohen Implementierung von redundanten technischen Grundkonstrukten. Die Zusatzfunktionen, die erhebliche Absicherungen gegen SPOF, aber auch die Sicherung und der kontinuierliche Betrieb der virtuellen Desktops muss das Unternehmen mit hohen Investitionen erwerben. Die Gesamtbetrachtung aller Kosten wird als Total Cost of Ownership (TCO) bezeichnet, die sowohl die direkten als auch indirekten Kosten einer technischen Lösung betrachtet, um so die tatsächlichen Kosten ermitteln zu können. Innerhalb einer virtuellen Desktop Infrastruktur entstehen neben den eigentlichen Anschaffungen von Hard- und Software einige versteckte Kosten, die selten von vornherein in die Planung der IT-Umgebung aufgenommen werden. Viele Komponenten dieser Planung sind oftmals schwer einzuschätzen. So sind vor allem die Kosten während des operativen Betriebes der neuen IT-Umgebung kaum vorherzusagen. Eine Auflistung der direkten und indirekten Kosten findet sich in Anlage B im Anlagenverzeichnis auf Seite 104.

Neben erheblichen Kosten, mit denen für die Einführung virtueller Desktop Infrastrukturen zu rechnen ist, stellen VDI auch nicht zuletzt Chancen für die längerfristige Einsparung von bestimmten Komponenten der TCO dar. So können insbesondere Anschaffungskosten und Kosten während des operativen Betriebes durch verschiedene Möglichkeiten reduziert werden [vgl. Bev]:

- **Bereitstellung der virtuellen Maschinen:** Wie in Kapitel 3.3 auf Seite 19 verglichen, vereinfacht die VDI den Prozess der Bereitstellung virtueller Umgebungen.
- **Kosten für Clientgeräte:** Kosteneinsparungen durch den Einsatz günstiger Client-Endgeräte.
  - Kostensenkung durch niedrigen Stromverbrauch
  - Kostensenkung durch längere Betriebsdauer der Endgeräte
  - Kostensenkung durch geringere Anschaffungskosten
- **Lifecycle Optimierung vorhandener Hardware:** Diese stellt die Möglichkeit dar, veraltete PC-Systeme weiterhin als Endgeräte einzusetzen.
- **Optimierung des Anwendungsmanagements:** Der Einsatz virtueller Desktopstrukturen stellt eine gute und ausgereifte Möglichkeit dar, mit der Verteilung von Anwendungen, also der Anwendungsvirtualisierung, zusammenzuarbeiten.
- **Optimierung der Ausfallzeiten:** Die virtuellen Desktopstrukturen setzen auf den Einsatz stabiler und leistungsfähiger Server. Die Isolierung der virtuellen Maschinen und zusätzliche Funktionen wie Hochverfügbarkeit sorgen für einen nahtlosen Betrieb der virtuellen Arbeitsplätze.
- **Optimierung des Supports und der Administration:** Der Aufwand für den Support und die Administration wird durch die zentrale Lagerung der Daten im Rechenzentrum und das zentrale Management mit Hilfe umfangreicher Managementtools optimiert.



## 7 Praktische Konzeption

Aufbauend auf den theoretischen Überlegungen und den strategischen Anforderungen der GISA GmbH soll das folgende Kapitel eine praktische Konzeption der Virtualisierungslandschaft darstellen. Um die Anforderungen der GISA GmbH umsetzen und verschiedene Funktionen der Virtualisierungssoftware nutzen zu können, bedarf es verschiedener praktischer Konzepte für die Realisierung virtueller Desktops.

Innerhalb der klassischen Client-Server Umgebung beinhaltet der physische Desktop-PC das Betriebssystem, Anwendungen und oftmals auch die Daten des Benutzers. Die Hardware, Anwendungsdaten und Programme sind eng miteinander verknüpft und jede Komponente kann zum Ausfall des PCs führen. Innerhalb der Desktop-Virtualisierung sind die Endgeräte nicht länger starr mit den verschiedenen Komponenten verbunden. Diese können innerhalb einer virtuellen Infrastruktur auf verschiedenen Hardwaregeräten im Rechenzentrum abstrahiert und voneinander getrennt realisiert werden. Um diese Trennung jedoch auch innerhalb der Virtualisierungsstruktur realisieren zu können, bedarf es bestimmten technischen Konzepten und Installationen, die die Basis für eine verteilte Virtualisierungsumgebung darstellen.

### 7.1 Server

Um mit virtuellen Maschinen arbeiten zu können, bedarf es physischer Server als Basis für die Hypervisor. Dabei muss besonders auf die Dimensionierung der Server in Abhängigkeit an den Bedarf und die Anforderungen der virtuellen Maschinen geachtet werden. Die Auswahl der Serverhardware wird zudem an die Hardwareanforderungen der Hypervisor angepasst. Die Anzahl der virtuellen Maschinen, die ein Server verwalten kann, wird dabei durch die Anzahl der Prozessoren bzw. Prozessorkerne und durch den eingesetzten Arbeitsspeicher bestimmt.

Ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Prozessorkernen und eingebautem Arbeitsspeicher dient der optimalen Verteilung virtueller Maschinen. Steigt die Zahl der Prozessorkerne, um eine größere Zahl virtueller Maschinen auf dem Server zu betreiben, muss zwangsläufig der Arbeitsspeicher dementsprechend angepasst werden. Des Weiteren darf der RAM-Verbrauch durch den jeweils eingesetzten Hypervisor in der RAM-Betrachtung nicht vernachlässigt werden.

Der Arbeitsspeicherbedarf pro virtueller Maschine ist stark von dem, auf den virtuellen Maschinen eingesetztem, Betriebssystem abhängig. Während man für einen optimalen Betrieb virtueller Windows XP-Desktops mit ca. einem GB pro VM rechnet, kommen auf eine Windows 7 Maschine durch die höheren Hardwareanforderungen bereits ca. zwei GB [vgl. Mic10a]. Hyper-V, XenServer und der ESX-Server ohne Memory-Overcommitment reservieren den benötigten Arbeitsspeicher der virtuellen Maschinen direkt beim Start dieser im Arbeitsspeicher des Servers. Die Gesamtanzahl möglicher virtueller Maschinen auf einem Server ist damit direkt an den Gesamtverbrauch dieser auf dem Hypervisor gebunden.

### **Servercluster**

Der Einsatz der Hardwareserver im Rechenzentrum kann auf unterschiedliche Art und Weise realisiert werden. Je nach Umfang der virtuellen Umgebung kommen mehrere Server zum Einsatz, um die geforderte Anzahl der virtuellen Desktops bereitstellen zu können. Um den Ansprüchen der Sicherheit und ständigen Verfügbarkeit der GISA GmbH gerecht zu werden und ungeplanten sowie geplanten Ausfällen begegnen zu können, stellt die Anordnung der Server innerhalb eines Clusters eine optimale Strategie dar.

Die Anordnung mehrerer Server als Verbund dient der Erhöhung der Sicherheit, der Optimierung der Verfügbarkeit und dem Einsatz verschiedener Verwaltungsfunktionen rund um die virtuellen Maschinen. Die Clusterung der Server bringt eine Vielzahl von Vorteilen für die virtuelle Desktop Infrastruktur mit sich. Durch die redundante Konzeption physischer und virtueller Server können SPOF auf der Serverebene weitgehend vermieden werden. Dies dient nicht nur der Absicherung der Hypervisor, sondern dem ausfallsicheren Betrieb weiterer, für die Virtualisierung notwendiger Komponenten wie beispielsweise DHCP-Server, Web-Interface-Server oder dem Managementserver für die Verwaltung virtueller Desktops u.v.m.

Die Servervirtualisierung stellt zahlreiche Möglichkeiten für die Absicherung und den Betrieb virtueller Server dar. Enterprise-Funktionalitäten wie Fault Tolerance<sup>14</sup> realisieren eine Absicherung der virtuellen Plattformen sowie Möglichkeiten des Disaster Recovery und bedeuten gleichfalls eine starke Erhöhung der Implementierungskosten.

Kommt innerhalb einer VDI-Struktur ein Servercluster der Hypervisor zum Einsatz, sollten diese nicht mit der maximalen Anzahl virtueller Maschinen betrieben werden, um die Vorteile der Cluster-Lösung nutzen zu können. Werden beispielsweise innerhalb einer virtuellen Desktop Infrastruktur für ca. 60 Arbeitsplätze zwei geclusterte Server mit jeweils vier Quad Core Opteron Prozessoren und 64 GB RAM für virtuelle Windows XP Desktops auf Basis eines gemeinsamen Speichers eingesetzt, sollte die maximale Anzahl virtueller VMs pro Server ca. 30 Stück betragen. Fällt einer der beiden Server aus, besitzt der zweite Server im Clusterverbund immer noch ausreichend Leistung, alle virtuellen Maschinen ohne Performance-Einbußen zu verwalten. Durch die Möglichkeiten von VMWare View und XenDesktop, bereits gestartete virtuelle Desktops bereitzuhalten, können sich Benutzer ohne Verzögerung auf einer virtuellen Maschine auf dem zweiten Hypervisor verbinden und die Arbeit ohne Unterbrechung fortsetzen.

### **Live Migration**

Mit Hilfe eines Serverclusters kann die Live Migration, also die Umlagerung aktiver virtueller Maschinen von einem physikalischen Host auf einen anderen, dem Administrator weitere Vorteile zur Seite stellen. Die Umlagerung der virtuellen Maschinen wird bei richtiger Anwendung ohne Abschaltung oder Beeinträchtigung aus Sicht des Anwenders durchgeführt und erleichtert der Support-Abteilung so die aktive Wartung oder Aktualisierung der Systeme. Drohende Systemfehler und Probleme innerhalb der Virtualisierungsplattform können ohne die Unterbrechung des Gesamtsystems vorgenommen werden. Die Live Migration innerhalb eines Serverclusters stellt die Grundlage für die Anwendung von Load Balancing dar. Der Lastenausgleich zwischen Virtualisierungsservern ist ein wichtiges Administrationswerkzeug beim Umgang mit einer Vielzahl virtueller Desktops.

---

<sup>14</sup> Die Fault Tolerance beschreibt ein Komponentendesign, bei dem im Falle eines Komponentenausfalls eine Backuphardware unverzüglich die Ausführung übernimmt und so den Ausfall eines Services verhindert.

## Load Balancing

Das Load Balancing beschreibt die Aufteilung des Workloads der virtuellen Maschinen auf mehrere Server innerhalb eines Netzwerkes. Dadurch kann die Last zum Beispiel bei der Anmeldung mehrerer virtueller Desktops auf mehrere Server aufgeteilt und die Stabilität und Performance einer virtuellen Desktop Infrastruktur erhöht werden. Besonders rechenintensive virtuelle Desktops, die eine hohe Auslastung des Systems nach sich ziehen, können automatisch auf die weniger ausgelasteten Server verschoben werden.

Sowohl VMWare als auch Citrix stellen Funktionalitäten für die Live Migration und das Load Balancing virtueller Maschinen für ihre Hypervisor bereit. Um die Funktionen nutzen zu können, müssen jedoch verschiedene Grundvoraussetzungen erfüllt sein. vMotion von VMWare setzt wie XenMotion von Citrix einen gemeinsam verwendeten Speicher (z.B. SAN-Speicher) voraus. Des Weiteren benötigt XenMotion zwei Server mit ähnlicher Prozessorkonfiguration in einem gemeinsamen Serverpool und eine Gigabit-Ethernet Anbindung zwischen beiden Systemen. Der Distributed Resource Scheduler (DRS) innerhalb einer vSphere-Installation überwacht die Auslastung durch die virtuellen Maschinen innerhalb eines Serverclusters und entscheidet, ob eine optimale Verteilung der VMs über den Servern vorliegt.

## 7.2 Storage

Für die Ablage der VHD bzw. VMDK der virtuellen Maschinen und der Anwendungs- und Benutzerdaten gibt es innerhalb einer virtuellen Desktop Infrastruktur mehrere Möglichkeiten. Erste strategische Überlegungen für den Einsatz verschiedener Speicherlösungen sind im Kapitel 6.2.3 auf Seite 54 nachzulesen.

Für die Speicherung von Daten in einer VDI stehen sich die Nutzung von an den Server gebundenen Speicher (lokaler Speicher oder Direct Attached Storage (DAS) und gemeinsam verwendeten Speicher (NAS und SAN) gegenüber. Um jedoch Live Migration und Load Balancing nutzen zu können, den Forderungen nach zentraler und sicherer Speicherung der Daten, die im Zusammenhang mit virtuellen Desktops entstehen, gerecht werden zu können und den Aufbau der Server in einem Clusterverbund zu realisieren, muss zwangsläufig über den Einsatz gemeinsam verwendeter Speicherkomponenten nachgedacht werden.



Eine Storage Area Network Speicherlösung stellt durch die Möglichkeiten der Sicherung, Wiederherstellung, Migration und Spiegelung ein effizientes und verlässliches Speichersystem dar, das mehreren Geräten über das Netzwerk den Speicherzugriff ermöglicht. Auch die GISA GmbH setzt auf den Einsatz von SAN-Lösungen und nutzt das SAN EMC<sup>2</sup> Symmetrix VMAX System über eine FC-Anbindung.

Gemeinsam verwendeter SAN-Speicher kann in Verbindung mit virtuellen Desktops schnell zu enormen Kosten führen. Geht man beispielsweise von 200 virtuellen Windows-XP-Desktops für die Mitarbeiter der GISA GmbH in Halle aus, deren Daten zentral gespeichert werden sollen, und nimmt ca. 20 GB pro Client an, benötigt man 4000 GB SAN-Speicherplatz. Sollte Windows 7 als Betriebssystem für die virtuellen Desktops eingeführt werden, verdoppelt sich der Speicher durch die Mindestanforderung von 40 GB pro Client sogar auf 8000 GB. Für die Speicherung der Daten der virtuellen Maschinen auf dem verwendeten Storage gibt es mehrere Möglichkeiten.

**Fixed Disk:** Hierbei wird der für die vDisks benötigte Speicher vollständig auf dem angeschlossenen Speicherplatz reserviert. Bedarf eine virtuelle Maschine mit Windows XP statt 20 GB nur zehn GB wird trotz allem der komplette Speicher auf dem Storage initialisiert. Dadurch wird beispielsweise beim Backup der gesamte Speicher gesichert, auch wenn nur ein Bruchteil dessen genutzt wird. Die Nutzung fester Speichergrößen für die vDisks bringt jedoch auch Vorteile. Die Zuweisung des kompletten Speichers bei der Erstellung der virtuellen Festplatte vermindert die Fragmentierung der Hardware und die Lese- und Schreibzugriffe auf SAN-Speicher mit verschiedenen RAID-Levels. Feste Speichergrößen können zudem Vorteile für die Übersicht und Verwaltung bei der Planung virtueller Maschinen bringen.

**Dynamic Disk:** Eine weitere Möglichkeit, Speicherplatz der virtuellen Maschinen auf dem Storage zu initialisieren, stellt das „dynamic-VHD-Format“ dar. Die dynamische Festplatte wächst mit dem Speicherbedarf der virtuellen Maschine in Zwei-MB-Schritten, verkleinert sich jedoch beim Löschen von Daten auf der virtuellen Festplatte nicht.

**Differencing Disk:** Für die Erstellung virtueller Festplatten von virtuellen Desktops stellen VMWare und Citrix mit dem View Composer und dem Provisioning Server Möglichkeiten bereit, vDisks anhand eines Basisabbildes zu erstellen. Während nach der Erstellung der Systemabbilder nicht mehr auf das schreibgeschützte Basisabbild zugegriffen werden muss, werden auf den virtuellen Festplatten der Desktops anschließend nur die Änderungen und Neuerungen der virtuellen Desktops abgelegt.

Mit Hilfe der Speicherung der Difference- oder Delta-Daten kann der Speicherbedarf innerhalb einer VDI enorm gesenkt werden, da die virtuellen Desktops nur ein Bruchteil der kompletten Systemabbilder benötigen. VMWare und Citrix versprechen so Speichereinsparungen für jede virtuelle Maschine von ca. 70-80% [vgl. Cit10c].

Während in größeren virtuellen Desktop-Implementierungen die Möglichkeiten der Differencing Disks für die virtuellen Desktops auf jeden Fall in die Planung einbezogen werden sollten, empfiehlt sich für den Betrieb produktiver virtueller Server der Einsatz der Fixed Disk, um einen durchgängigen sequentiellen Lese- und Schreibvorgang auf dem Storage und die nötige Performance realisieren zu können (siehe Abbildung 10). Die Abbildung bezieht sich auf den Input/Output Datendurchsatz bei verschiedenen großen Lese- und Schreibzugriffen innerhalb Windows Server 2008 R2 auf einer 2040 GB großen VHD auf einem Dell MD1000 SAS RAID0 Storage [vgl. Mic10b].

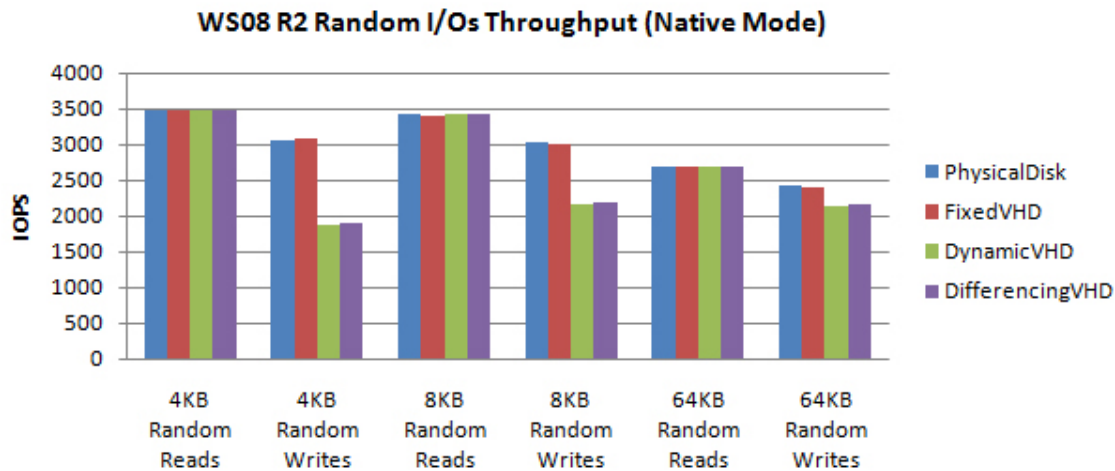


Abbildung 10: Performance Vergleich I/O Datendurchsatz Windows Server 2008 R2

Bevor die Speicherlösung für die virtuellen Desktops jedoch umgesetzt wird, muss sich die GISA GmbH klar machen, welche Maßnahmen für den Speicherplatz im Rechenzentrum notwendig sind. Dabei muss auf Fragen der Absicherung und des Backups eingegangen werden. Da das SAN in einer virtuellen Desktop Infrastruktur die Grundlage für die Speicherung der Daten darstellt, bedarf es gerade für unternehmenskritische Daten einer Absicherung des Storage. Der Ansatz der Hochverfügbarkeit für den Speicher, wie die Spiegelung (Mirroring) des gemeinsamen Speichers, dient nicht nur der Absicherung von Benutzerdaten und Desktop-Images für die virtuellen Desktops, sondern auch der redundanten Speicherung von angeschlossenen Daten für das Streaming von Desktop-Images aus einem Masterimage heraus.

Backup Strategien um Disaster Recovery zu realisieren, können die Forderungen nach Sicherheit der Daten enorm erhöhen, deren Implementierung lassen jedoch auch die Kosten der VDI-Struktur stark ansteigen. Eine komplette Spiegelung der VDI-Infrastruktur inklusive aller Komponenten wäre innerhalb der GISA GmbH technisch zwar möglich, aber für eine Implementierung virtueller Desktops zu überdimensioniert. Um komplette Ausfälle der virtuellen Desktop Infrastruktur vorzubeugen, kann das Backup-Rechenzentrum mit Hilfe einer gespiegelten Virtualisierungsplattform die Grundkonfiguration einer Backup-Farm virtueller Desktops bereitstellen.

## 7.3 Netzwerk

Die redundante Auslegung der Hardwarekomponenten innerhalb einer virtuellen Infrastruktur bezieht sich nicht nur auf die Serverebene. Auch die Netzwerkkomponenten, die für die Kommunikation der einzelnen Bestandteile untereinander verantwortlich sind, müssen, um als SPOF ausgeschlossen werden zu können, redundant ausgelegt sein.

Eine redundante, über private Ethernetverbindungen realisierte, Heartbeat-Konfiguration innerhalb eines Clusterverbundes dient der Kommunikation und gegenseitigen Überwachung der Serverclusterknoten und ist für eine einwandfreie Funktionalität des Clusters von entscheidender Bedeutung. In der Regel werden zwei oder mehr unabhängige Netzwerke mit den Knoten der Cluster verbunden, um auch beim Ausfall einer der Anschlüsse eine Sicherheitsreserve bereithalten zu können. Zudem benötigen Enterprise-Funktionalitäten wie die Live Migration mindestens eine Gigabit Verbindung der Server untereinander, um virtuelle Maschinen möglichst schnell verschieben zu können.

Innerhalb eines Storage-Konstrukts produktiver VDI-Umgebungen sollte auch die Anbindung der Host-Server an den verteilten Speicher mit Hilfe redundanter Pfade über mehrere Netzwerkadapter wie Gigabit-Switches realisiert werden, um beim Ausfall eines Pfades den Ausfall des kompletten Netzes und somit den der virtuellen Desktopumgebung zu verhindern. Die Anbindung an leistungsfähige Storage-Lösungen wie SAN-Umgebungen dient jedoch nicht nur der Ausfallsicherung, sondern auch der Bereitstellung leistungsfähiger Speicherkapazitäten im Umgang mit einer großen Anzahl virtueller Maschinen, die gleichzeitig mit Systemimages versorgt werden. Der Storage sollte daher mit möglichst performanten Netzwerkmodulen wie beispielsweise 2x 1 Gigabit an das Netz angebunden sein.

Innerhalb der virtuellen Desktop Infrastruktur müssen Management- und Desktopumgebung unbedingt getrennt voneinander betrieben werden, um den Sicherheitsanforderungen der GISA GmbH gerecht zu werden. Die Isolierung der virtuellen Desktops von der Virtualisierungsplattform und den Managementumgebungen kann zum Beispiel mit Hilfe virtueller Netzwerke (VLANs) realisiert werden.

## 8 Vergleich der VDI-Lösungen

Die Einführung virtueller Desktops im eigenen IT-Umfeld bedarf einer ausgewogenen Strategie, dem Wissen um die technischen Voraussetzungen und einer gewissenhaften wirtschaftlichen Betrachtung. Mit der Einführung virtueller Desktops gehen viele Fragen bezüglich des Designs und der Möglichkeiten einher, die durch virtuelle Desktop-Lösungen einfach und verständlich zu beantworten sind. Das VDI-Konzept, sowohl aus technischer als auch aus strategischer Sicht, muss durch die Auswahl einer Desktop-Virtualisierungslösung möglichst unkompliziert und verständlich abgedeckt und erfüllt werden können. Der Vergleich dient als Betrachtung der Möglichkeiten und als Leitfaden, welche Technologie bestimmte Ansprüche, auf welche Art und Weise erfüllen kann.

Das folgende Kapitel soll einen Einblick in ausgewählte Desktop-Virtualisierungslösungen geben und die Möglichkeiten beleuchten, die die Anbieter mit ihren Softwareprodukten bieten. Ein Vergleich, gestützt auf Zahlen und Fakten, war in keinen dem Autor bekannten Quellen zu finden und ist auch in der vorliegenden Arbeit nicht direkt möglich, da VMWare Leistungsvergleiche ihrer Produkte mit den Produkten der Konkurrenz durch Lizenzvereinbarung (EULA) verbietet [vgl. itA09, S.19].

### 8.1 Die Plattform

Der Hypervisor als Herzstück der virtuellen Desktop Infrastruktur stellt nach den Hardware-Überlegungen den ersten Schritt dar, bei dem man sich für einen der angebotenen Softwarehersteller entscheiden muss. Generell haben die Entwickler der Hypervisor Typ I ihre Produkte mittlerweile allesamt auf einen hohen Stand gebracht. Die einzelnen Hypervisor unterscheiden sich gegenwärtig durch einige Funktionalitäten und die Architektur. Hyper-V und XenServer bauen jeweils auf einem eigenen Grundbetriebssystem auf.

Der Hypervisor von Microsoft beruht auf dem Windows Server 2008 R2 und der XenServer auf einer schlanken Linux Cent OS Basis. vSphere hingegen ist als eigene Umgebung installierbar und wirbt mit einer schlankeren Codebasis gegenüber seiner Konkurrenten [vgl. VMW10e].

Beginnt man bei VMWare und Citrix mit der kostenlosen ESXi und Express Edition der Hypervisor kann später problemlos über Lizenzdateien auf die besser ausgestatteten Pro Versionen zugegriffen werden. Microsoft hingegen benötigt beim Upgrade auf die umfangreicheren Versionen seines Hypervisor eine komplette Neuinstallation. Die Treiberunterstützung der Hypervisor unterscheidet sich durch die unterschiedliche Architektur. Hyper-V kann auf jeder Technik eingesetzt werden für die Windows Server 2008 R2 Treiber existieren, während Xen paravirtualisierte Treiber für einen beschleunigten Betrieb von virtuellen Windows Systemen zur Verfügung stellt. Der ESX-Hypervisor beinhaltet spezialisierte Treiber, die in Zusammenarbeit mit den Hardwareherstellern direkt innerhalb der Virtualisierungsumgebung implementiert werden. Diese besondere Nähe zu ausgesuchter Technik verlangt nach zertifizierter Hardware für den Host [vgl. Ahn09, S. 403]. Die Hypervisor unterscheiden sich aufgrund ihrer unterschiedlichen Architekturen nicht nur im Aufbau, sondern auch in den Anforderungen an den Arbeitsspeicher des Hostserver. Während ESX und Xen ca. 500 MB beanspruchen, benötigt Hyper-V um die 2,3 GB [vgl. Fis08] [vgl. JK09]. ESX implementiert rund um den Arbeitsspeicher eine besondere Funktion. Das als Memory Overcommitment bezeichnete Verfahren weist identischen Maschinen den gleichen Arbeitsspeicherbereich zu und kann so flexibel auf die Erstellung neuer virtueller Maschinen reagieren, während es bei zu vielen Maschinen mit Hyper-V schnell zu einem Engpass bei der Bereitstellung von Arbeitsspeicher kommen kann. Eine nähere Erläuterung der Funktion findet sich auf Seite 52 im Abschnitt 6.2.2.

Für die GISA GmbH bieten sich generell alle drei Hypervisor an. Die verschiedenen Virtualisierungsplattformen realisieren ohne größere Probleme virtuelle Maschinen. In den Enterprise-Editionen der Hypervisor bieten sowohl Microsofts Hyper-V, Citrix XenServer als auch VMWares ESX Server eine Vielzahl von Funktionalitäten für die Absicherung und den sicheren Betrieb virtueller Strukturen an. Der Umfang dieser Funktionen reicht von Fault Tolerance über High Availability bis hin zu Live Migration. VMWare implementiert eine Fülle eigener Zusatzfunktionen in seinem Cloud-Betriebssystem vSphere. Um beispielsweise einen nahtlosen Fortbetrieb von Systemen in jedem denkbaren Systemausfall zu gewährleisten, implementieren die Zusatzfunktionen von vSphere z.B. SAN-Failover.

Die Speicherabsicherung durch den hauseigenen Site Recovery Manager setzt bei VM-Ware einen gemeinsam verwendeten Shared Storage voraus. Das von Citrix eingesetzte EverRun von Marathon ist hingegen in der Lage auch auf lokalem Speicher virtuelle Festplatten zu replizieren und so Ausfälle abzufangen. Des weiteren muss man beim Einsatz bestimmter Zusatzfunktionen Einschränkungen der virtuellen Ausstattung in Kauf nehmen. Es ist somit nicht möglich, beim Einsatz von Fault Tolerance in virtuellen Umgebungen den virtuellen Maschinen mehr als einen CPU zuzuweisen. Ob man derart viele Funktionen für den Betrieb virtueller Desktops unbedingt benötigt, hängt vor allem vom Einsatz der virtuellen Desktops und vom Umfang der virtuellen Struktur ab. Es muss abwogen werden, ob sich die höheren Mehrkosten für Zusatzfunktionen im Verhältnis zu den eingesetzten virtuellen Desktops lohnen, ob zwangsläufig der teure Marktführer zum Einsatz kommen muss und welchen Funktionsumfang für die spätere Virtualisierung der Desktops erwartet wird [vgl. itA09, S.25].

Die Virtualisierungsumgebung vSphere stellt zweifelsohne den größten Umfang an Funktionalitäten und speziellen Zusatzfunktionen bereit, die über das gut durchdachte und aufgeräumte vCenter (Abbildung 11) gesteuert werden.

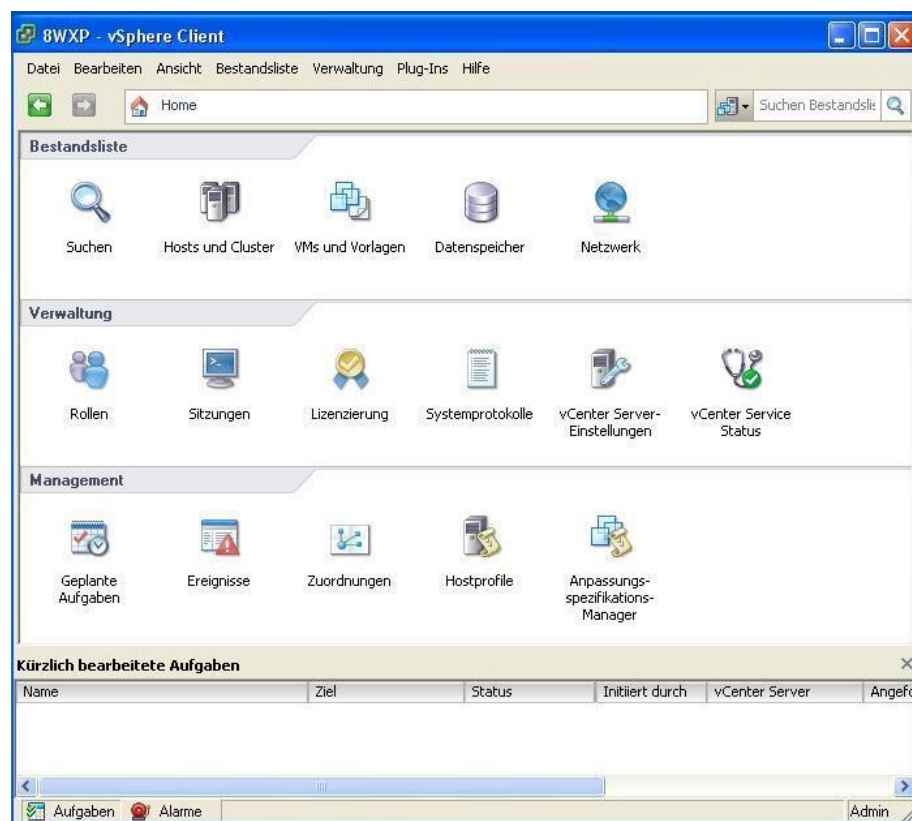


Abbildung 11: vSphere vCenter Client; Quelle: [www.searchdatacenter.de](http://www.searchdatacenter.de)

Durch den hohen Einsatz von ESX Servern und vSphere innerhalb der GISA GmbH kann das Unternehmen zudem auf eine große Erfahrung im Bereich der Hypervisor aus dem Hause VMWare zurückgreifen und eventuelle Implementationen virtueller Strukturen auf Grundlage der ESX Hypervisor eigenständig realisieren. VMWare lässt sich die Funktionen und Leistung seiner Virtualisierungs Umgebung gut bezahlen. Eine günstigere Alternative bietet der XenServer von Citrix. Das zugehörige XenCenter präsentiert eine übersichtliche Administrationskonsole für die Verwaltung virtueller Maschinen. Es muss zwischen fehlendem Know-how einer neuen Virtualisierungssoftware oder teuren Lizenz- und Anschaffungskosten für eine bereits verwendete Technologie entschieden werden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass VMWare mit vSphere eine erprobte Umgebung für virtuelle Komponenten mit einem enormen Funktionsumfang liefert, die ein gutes Zusammenspiel mit der Anwendungsvirtualisierung „ThinApp“ realisiert. Citrix liefert mit dem linux-basierten XenServer ein kostengünstiges Konkurrenzprodukt, das neben einer stabilen und einfachen Grundstruktur für virtuelle Maschinen, durch den Einsatz von Dritthersteller-Software die Funktionsfülle der vSphere-Umgebung annähernd erreicht. Auch die Microsoft- Plattform Hyper-V bietet ein stabiles Grundkonstrukt für die Implementierung virtueller Desktopstrukturen. Der Einsatz des Microsoft Hypervisor lässt durch die hohe Verbreitung von Microsoft-Produkten innerhalb der GISA GmbH eine nahtlose Implementierung in viele Bereiche der Infrastruktur zu. Eine komplette Microsoft Plattform kann jedoch auch als große Angriffsfläche angesehen werden. Laufen Hypervisor und Gast-Betriebssysteme auf Windows Basis, können bei Angriffen und Lücken gleich mehrere Komponenten betroffen sein.

Die Hypervisor sind als reine Virtualisierungstechniken für die großen Anbieter virtueller Softwarelösungen heute kaum noch profitabel. Die Anbieter suchen die Kapitalstützen zunehmend in den Managementkomponenten und Zusatzfunktionen der Enterprise Editionen und im Support rund um die Fülle an Produkten innerhalb einer Virtualisierungsstruktur.



## 8.2 Das Management

Für die Betrachtung der weiteren Komponenten werden nur noch VMWare View 4.0 und Citrix XenDesktop 4 herangezogen. Diese Entscheidung begründet sich auf den eingeschränkten Möglichkeiten der Microsoft VDI-Suite und der vergleichsweise schlechten Leistungsfähigkeit des RDP-Protokolls. Microsoft selbst empfiehlt für eine vollständige VDI Umgebung die Anwendung der Citrix XenDesktop-Lösung im Zusammenspiel mit einer auf Microsoft basierenden virtuellen Infrastruktur und pflegt eine enge Partnerschaft mit der Firma Quest. Die Microsoft VDI-Suite lässt einige wichtige Aspekte vermissen, die für die Betrachtung bezüglich einer vollständigen VDI-Lösung unumgänglich sind. So verfügt der Connection-Broker der VDI-Suite nur über Basisfunktionen viele Funktionalitäten wie beispielsweise das automatische Provisioning virtueller Desktop-Systemabbilder, fehlen. Auch das Management, diverse Zusatzfunktionen und die einfache Einrichtung und Installation bieten nicht annähernd den Umfang und die Funktionalität einer View- oder XenDesktop-Lösung. Da die GISA GmbH eine vollständige VDI-Infrastruktur in Betracht zieht und vor allem die Speicherreduzierung durch automatisch verteilte Desktop-Images einen wichtigen Punkt der virtuellen Desktops darstellt, spielt Microsoft für die weiteren Betrachtungen keine Rolle mehr.

Kontrolle und Übersicht der virtuellen Desktops stellen bei steigender Komplexität der virtuellen Desktop Infrastruktur hohe Ansprüche an die Managementkonsolen, um mit einfachen, klaren Schritten eine effiziente Administration realisieren und den Überblick wahren zu können. VMWare View 4.0 und Citrix XenDesktop 4.0 ermöglichen eine strikte Trennung der virtuellen Desktop-Komponenten. Durch die Aufteilung in Anwendungs-, Benutzer- und Betriebssystemdaten entsteht eine flexible Zusammenstellung virtueller Desktops aus verschiedenen Elementen. Eine übersichtliche, aufgeräumte und intuitive Bedienung ist die granulare Grundanforderung an die Softwarelösungen. Beide Hersteller werben mit verschiedenen Funktionalitäten rund um virtuelle Desktops.

Die Desktop-Lösungen von VMWare View 4.0 und Citrix XenDesktop 4 sind komplexe Zusammenstellungen mehrerer Komponenten, die zur Realisierung virtueller Desktop Infrastrukturen notwendig sind. Die folgende Abbildung 12 zeigt eine Gegenüberstellung der Architekturen von View 4 und XenDesktop 4.

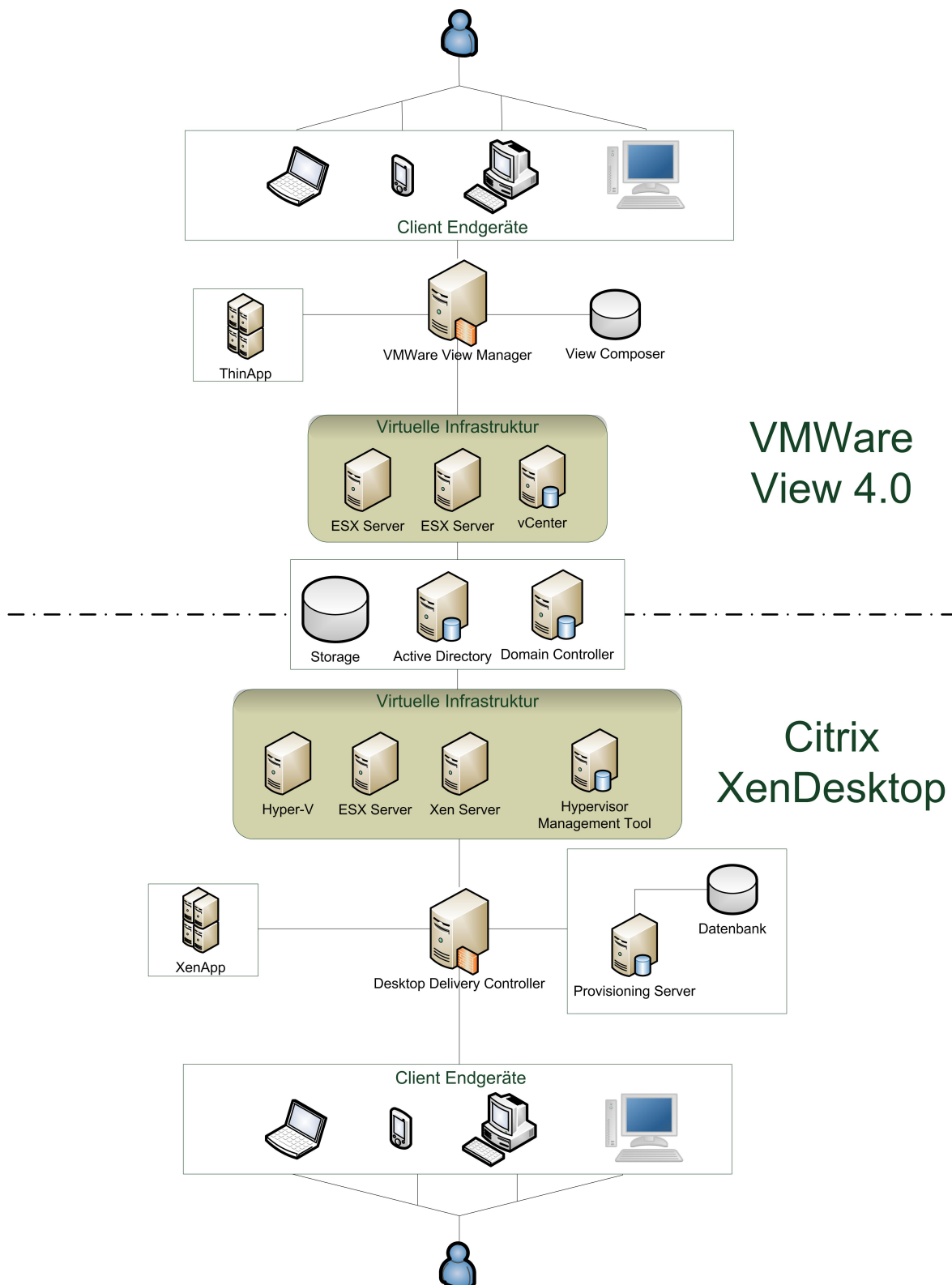


Abbildung 12: Architekturvergleich VMWare View4 - XenDesktop

VMWare setzt für die Administration seiner virtuellen Desktops auf den View Manager. Das Gegenstück der Firma Citrix nennt sich Desktop Delivery Controller. Die Installation beider Managementumgebungen wird über mehrere Wizard-Dialoge durchgeführt. Die Anbindung an das Active Directory und die Lizenzinstallation läuft bei beiden Software-Umgebungen wizardgesteuert und automatisiert ab. View 4.0 unterstützt vier verschiedene Varianten der Benutzer-Desktops. Individuelle Desktops (Blade-PC oder in VM), den „Automated Desktop Pool“, den „Manual Desktop Pool“ und Microsofts „Terminal Services Desktop Pool“. Die individuellen Desktops dienen der persistenten, dauerhaften Speicherung der Einstellungen und der benutzerspezifischen Konfigurationen rund um den persönlichen Desktop und stehen explizit für einen bestimmten Nutzer zur Verfügung. Der standardisierte generierte Desktop Pool virtueller Desktops erstellt eine Gruppe gleichartiger, identisch konfigurierter Desktops. Fordert ein Benutzer einen der standardisierten Desktops an, wird ihm einer der Desktops aus dem Pool zugewiesen. Der manuelle Desktop Pool dient der manuellen Konfiguration der Desktops und der Zuweisung an individuelle Benutzer. Die Managementumgebung von XenDesktop bietet diese Arten der virtuellen Desktops ebenfalls an. Citrix stellt mit dem User Profile Manager einen einfachen Weg bereit, benutzerdefinierte Einstellungen in Windows-Umgebungen zu speichern. Er überwacht die An- und Abmeldevorgänge und steuert die zugehörigen Profile [vgl. Wag08].

Der View Manager besteht aus mehreren Komponenten und kann durch eine Vielzahl an Konfigurationsmöglichkeiten die Sicherheit und Skalierbarkeit in virtuellen Desktopumgebungen erheblich verbessern. Eine dieser Komponenten stellt der View Connection Server dar. Hierbei handelt es sich um den Softwaredienst, der als Broker fungiert und eingehende Anforderungen authentifiziert und die entsprechenden Desktops bereitstellt [vgl. VMW10d]. Der View Connection Server kann innerhalb einer Clusterimplementierung zum Load Balancing und der Ausfallsicherheit mit Hilfe der Replica Server Instanzen sowie der sicheren Kommunikation zwischen virtuellen Desktops und unsicheren WAN- oder Internetzugriffen dienen. Bei der Installation der Komponente kann man die Option auswählen, mit der man den Connection Server installieren möchte (siehe Abbildung 13).

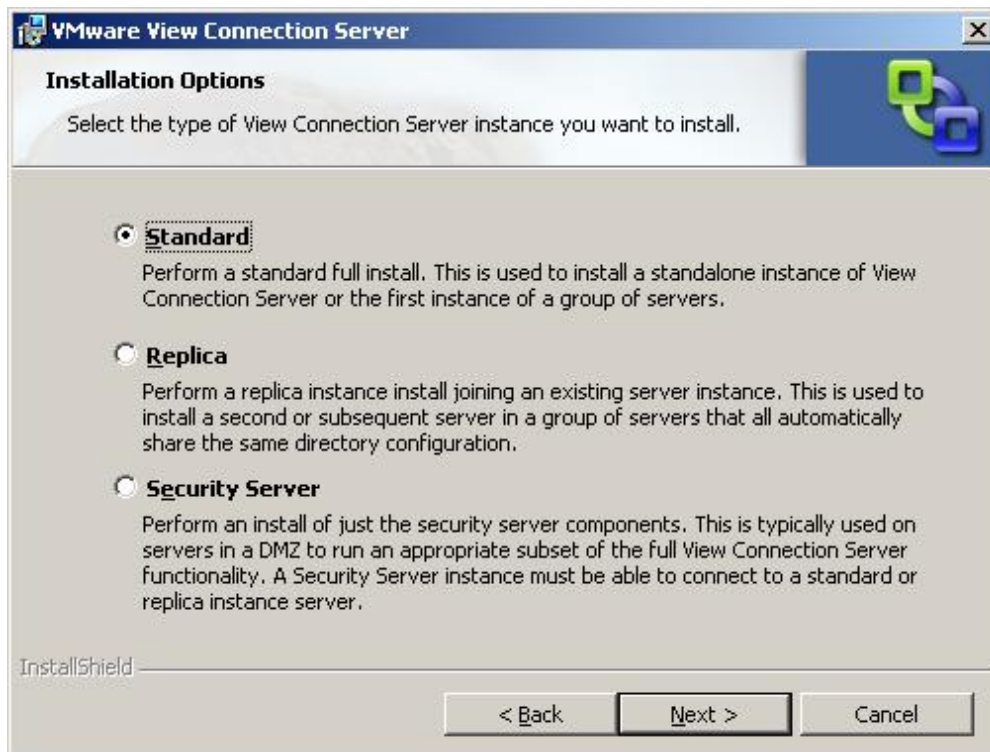


Abbildung 13: Installationsoptionen View Connection Server

Die Sicherheit der Verbindung in VMWares virtueller Desktopumgebung wird zusätzlich durch RSAs Secure-ID<sup>15</sup> zur zweistufigen Authentifizierung und durch die integrierte SSL-Verschlüsselung der Verbindung unterstützt.

Xen Desktop stellt als „Xen Desktop Premium“ bestimmte Zusatz-Funktionalitäten zur Verfügung [vgl. Han]. Edge Sight dient der vollständigen und kontinuierlichen Überwachung der Performance und Verfügbarkeit von Anwendungen in virtuellen Umgebungen. Für die sichere WAN-Anbindung stellt Citrix das Secure- bzw. Access Gateway zur Verfügung. Während das Secure Gateway eine einfache Softwarelösung ist, handelt es sich beim Access Gateway um eine auf die Hardware angepasste Appliance-Lösung mit einer höheren Leistungsfähigkeit und einem größeren Funktionsumfang. Der WANScaler dient der Verbesserung und Optimierung des Zugriffs auf virtuelle Anwendungen durch externe Zugänge. Er beschleunigt die Remote-Zugriffe und verspricht eine LAN-ähnliche Performance.

<sup>15</sup> Sicherheitssystem der Firma RSA Security zur Überprüfung der Identität eines Benutzers anhand eines Passwortes und eines Tokens. Der Token ist ein kleines technisches Gerät z.B. in Form eines Schlüssels, der jede Minute eine neue Zahl generiert, die der Server vorhersagen kann [vgl. Wik10b].

### Provisioning – Verteilung der virtuellen Desktops

Implementiert ein Unternehmen wie die GISA GmbH virtuelle Desktops, kann die Anzahl der virtuellen Arbeitsplätze rapide ansteigen. VMware und Citrix suchen daher eine optimale Strategie für die schnelle und ressourcenschonende Bereitstellung virtueller Desktops.

Citrix stellt mit dem Provisioning Server (PVS) eine Softwarekomponente bereit, die auf einem Server, ob physisch oder virtuell, betrieben werden muss. Sie dient der Erstellung von Betriebssystemabbildern (vDisks) auf Grundlage eines „Golden-Images“. Der Provisioning Server erstellt für mehrere Clients, basierend auf dem Master-Image (Harddisk-Snapshot<sup>16</sup>), virtuelle System-Abbilder und streamt das OS-Abbild über einen TCP/IP-Stream an die angeschlossenen virtuellen Desktops. Dadurch muss XenDesktop nicht für jeden virtuellen Desktop einzelne System-Abbilder anlegen und speichern, sondern spart durch die Ableitung aus einem Master-Image Speicherplatz auf den angeschlossenen Storage-Systemen. Mindestvoraussetzung für den Provisioning Server von XenDesktop stellt der Einsatz einer Datenbank dar, wie beispielsweise die Express Edition des SQL Server 2005. Des Weiteren wird ein DHCP-Server für das Starten der virtuellen Desktops benötigt. Der PVS übernimmt die automatische Individualisierung (Name, IP) der virtuellen Desktops. Er verlagert zudem die Read-Vorgänge der IOPS aus dem SAN-System auf das Netzwerk und entlastet dadurch den Speicher.

VMware stellt mit dem View Composer eine ähnlich speichereffiziente Software-Komponente innerhalb der View Umgebung zur Verfügung, die der Erstellung und Verwaltung vieler virtueller Maschinen mit Hilfe der „Linked-Clone“-Technologie dient. View Administratoren können mehrere Desktop-Instanzen auf Grundlage eines Basisimages klonen und bereitstellen. Die Klon-Desktops sind alle mit dem Basisimage verknüpft und können zentral verwaltet und aktualisiert werden. Durch die Verknüpfung der einzelnen System-Abbilder ist ein deutlich geringerer Speicherplatz als bei vollständigen Klonen nötig. Wie auch der PVS, benötigt der View Composer eine SQL-Datenbank zur Speicherung der Composer-Daten.

---

<sup>16</sup> Ein Snapshot dient der Konservierung eines Systemzustandes. Alle Einstellungen und Daten werden in dem Snapshot gespeichert und können bei Bedarf verteilt und wiederhergestellt werden.

Die Anzahl der bereits gestarteten virtuellen Maschinen kann bei beiden Managementumgebungen konfiguriert werden. Zudem ist es möglich, mehrere Sitzungen für einen Benutzer zu betreiben. Beide Managementumgebungen ermöglichen eine gute Zusammenarbeit mit den jeweiligen Virtualisierungsplattformen. Die Abstimmung der einzelnen Komponenten sind vor allem bei View 4.0 sehr gut umgesetzt. Die Desktop Delivery Management Konsole der XenDesktop-Umgebung kann hingegen verschiedene Virtualisierungsplattformen für die Verteilung virtueller Maschinen nutzen. Der Connection-Broker von Citrix ist nicht an den firmeneigenen Hypervisor XenServer gebunden, sondern kann problemlos mit einer ESX- oder Hyper-V-Virtualisierungsumgebung umgehen. Die folgende Vergleichsmatrix stellt ein Vergleich der virtuellen Desktop Management Konsolen der beiden Anbieter dar. Die Gewichtung basiert auf den Anforderungen der GISA GmbH und deren Nutzergruppen an die virtuellen Desktops. Der jeweilige Teilnutzen ergibt sich durch die Möglichkeiten, die die Softwarelösungen im Bezug auf die geforderten Kriterien bereit halten.

	Gewichtung	Teilnutzen View 4	Teilnutzen Xen- Desktop	gewichteter Teilnutzen View 4.0	gewichteter Teilnutzen XenDesktop
Kriterien Managementumgebung					
Interaktion mit Konkurrenzprodukten	8%	0	4	0.0	0.32
Komplexität	5%	3	3	0.15	0.15
Installation	6%	5	4	0.3	0.24
Erweiterung durch Dritthersteller	7%	5	3	0.35	0.21
Durchgehende Lösung aus einer Hand	8%	5	3	0.4	0.32
Wiederverwendbarkeit bestehender Systeme	4%	4	4	0.16	0.16
Unterstützung lokaler Peripheriegeräte	6%	4	4	0.24	0.24
Restriktionen für Clientgeräte	7%	4	4	0.28	0.28
Browserbasierter Zugriff auf Desktops	6%	4	4	0.24	0.24
Unterstützung Offline Desktops	8%	2	4	0.16	0.32
Drucker-Support	7%	4	3	0.28	0.21
Unterstützung Blade PCs	7%	4	5	0.28	0.35
Unterstützung Terminal Server	8%	3	5	0.0	0.4
Unterstützte Gastbetriebssysteme	2%	4	3	0.08	0.06
Applikationsvirtualisierung	8%	4	3	0.32	0.24
Microsoft Active Directory Integration	3%	4	4	0.12	0.12
	100%	Mögliche Gesamtpktz.		5.2	5.2
tatsächlicher Nutzwert				3.6	3.86
Nutzwert in Prozent bezogen auf mögliche Gesamtpunktzahl				69%	74%

Tabelle 9: Entscheidungsmatrix Managementumgebungen

## 8.3 Die Protokolle

Der Umstieg auf virtuelle Desktops bringt eine Vielzahl an Änderungen und Neuerungen für die IT-Abteilung eines Unternehmens mit sich. Um eine hohe Akzeptanz der Endanwender gegenüber der neuen Technologie zu erreichen, sollen die Mitarbeiter möglichst keinen Unterschied zur klassischen PC-Umgebung bemerken. Das Arbeiten auf dem gewohnten Desktop und eine vertraute Oberfläche, muss durch die Virtualisierungslösung gut nachgebildet werden können. Die für die Kommunikation genutzten Übertragungsprotokolle müssen eine hohe Performance beim Zugriff auf den virtuellen Desktop gewährleisten.

VMWare baut seit der vierten Version seiner Desktop-Virtualisierungsumgebung auf das PCoIP-Protokoll. Das ursprünglich von Teradici entwickelte Protokoll soll im Bezug auf die Schwächen des weit verbreiteten RDP-Protokolls rund um das Streaming von Multimediaanwendungen Verbesserungen bringen. Das neue Protokoll komprimiert, verschlüsselt und kodiert den Austausch der Informationen zwischen Client und Server im Rechenzentrum. Citrix rüstet hingegen sein durch XenDesktop 4 eingesetztes Übertragungsprotokoll ICA in der neuen Version mit der HDX Erweiterung aus. HDX steht für High Definition User Experience und soll wie PCoIP die bis dato schlechte multimediale Präsentation auf virtuellen Desktops verbessern. Das ICA-Protokoll sorgt für einen optimierten Zugriff auf grafiklastige Anwendungen und Multimedia, indem es anhand der verfügbaren Bandbreite, Rechenleistung und den eingesetzten Codecs am Endgerät des Clients selbst entscheidet, ob Inhalte client- oder serverseitig gerendert werden [vgl. Chr, Seite 16]. Das PCoIP-Protokoll stellt demgegenüber ein serverzentriertes Übertragungsprotokoll dar, das die Mehrheit der grafischen Berechnungen auf der Hardware des Servers ausführt. Die Grundlage der Multimediapräsentation durch PCoIP stellt der progressive Bildaufbau, also der schrittweise Aufbau der Bitmaps für die Anzeige von Bildern und Videos, dar. Dabei werden die Bildinformationen übertragener Grafiken pixelgenau auf ein PCoIP-fähiges Gerät übertragen und der Detailgrad mit jeder Übertragung erhöht [vgl. BSK10]. Diese Art der Übertragung ermöglicht dem Protokoll eine Anpassung an die vorhandene Bandbreite und Technik am Endgerät. Steht beispielsweise eine sehr geringe Übertragungskapazität zur Verfügung, werden die Grafiken mit einer schlechteren Qualität übertragen. VMWare plant das Protokoll in alle zukünftigen Produkte der VMWare Produktpalette zu integrieren.

Beide Protokolle bringen eine Vielzahl neuer Funktionen mit sich. Die USB-Weiterleitung angeschlossener lokaler Peripheriegeräte ermöglicht die Verwendung von Zusatzgeräten wie Webcams oder USB-Headsets am Client. Beide Protokolle erlauben den Multi-monitorbetrieb mit virtuellen Desktops, eine Farbtiefe der Anzeige bis zu 32-bit und Clear Type Schriftarten<sup>17</sup>. Die Anzahl der möglichen Monitore beträgt bei Citrix mehr als acht Monitore, während VMWare den Betrieb von gleichzeitig bis zu vier Monitoren erlaubt. Beide Anbieter ermöglichen zudem die Verwendung von Smartcards und Smartcard-Lesern zur Authentifizierung von Benutzern. Beim Abbruch der Verbindung stellt das ICA-Protokoll ohne Meldung und Verzögerungen die Verbindung zum zentral weiterlaufenden Desktop wieder her. VMWare beruft sich auf die Wiederverbindung im Sinne der Remote-Verbindungen bei Windows Remotedesktopverbindungen und lässt einen Dialog erscheinen, der über die verlorene Verbindung informiert und anschließend die Wiederverbindung versucht.

Das Drucken innerhalb virtueller Desktopumgebungen realisieren beide Hersteller auf unterschiedliche Art und Weise. VMWare setzt mit View Printing eine Technologie ein, die in der View 4.0 Umgebung implementiert ist und zur einfachen Weiterleitung von Druckaufträgen dient. View Printing verzichtet dabei auf die Installation notwendiger Druckertreiber auf dem Clientgerät, sondern arbeitet mit universalen Druckertreibern. Angeschlossene Drucker, ob lokal oder im Netzwerk, werden automatisch erkannt und verbunden [vgl. VMW10c, S. 4]. Citrix verzichtet auf eine eigene Implementierung der Druckervirtualisierung innerhalb der Citrix XenDesktop Umgebung. Drucker können mit Hilfe der ThinPrint Erweiterung, als zertifizierte Drucklösung, realisiert werden. ThinPrint steuert das Drucken auf lokalen und vernetzten Druckern innerhalb einer virtuellen XenDesktop Umgebung. Treiberinstallationen seitens der eingesetzten Client Systeme sind auch innerhalb der ThinPrint Lösung nicht nötig. Die Treiberverwaltung wird über die Virtualisierungssoftware übernommen. Die Druckaufträge werden mit Hilfe einer SSL/TLS- Verschlüsselung übertragen und können um bis zu 98% komprimiert werden [vgl. Thi10].

---

<sup>17</sup> Clear Type stellt eine Technik dar, mit deren Hilfe die Kanten von Schriftarten geglättet werden können. Schriften können so wesentlich detaillierter abgebildet werden [Com10].



## Die Performance

Citrix beauftragte im Februar 2010 mit Miercom eine Firma zur unabhängigen Performancesanalyse von XenDesktop und VMWare View 4.0. Die Studie stellt einen Vergleich der Performance gleich konfigurierter virtueller Desktopumgebungen dar. Dabei wurde vor allem auf den Bedarf an Bandbreite und CPU bei der Arbeit mit Office-Anwendungen und auf die Leistung beim Streaming verschiedener Multimedia- und Internetanwendungen eingegangen. Die Abbildung 14 zeigt, dass XenDesktop im Vergleich zu VMWare View 4.0 während der Arbeit mit MS Word, MS Outlook und dem Internet Explorer rund 64% weniger Bandbreite benötigt [vgl. Mie, S.1].

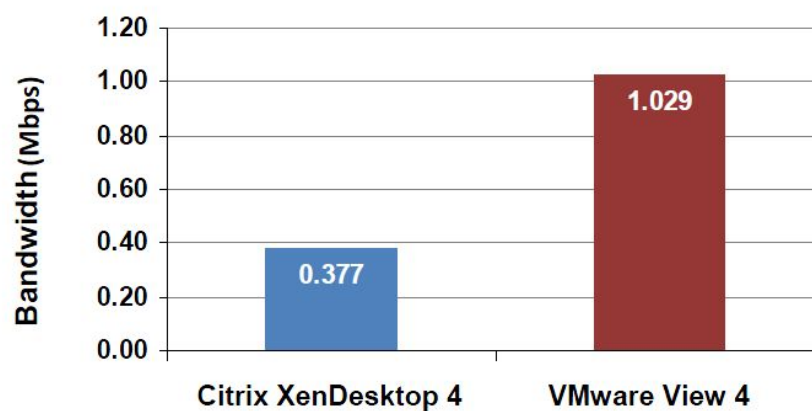


Abbildung 14: Vergleich der Bandbreite bei Zugriff auf Office-Anwendungen; Quelle: [vgl. Mie, S.1]

Das Abspielen von lokalen Videos, das Streaming von Flash-Videodateien und die Wiedergabe von High Definition-Videos zeigt innerhalb einer XenDesktop 4 Umgebung eine höhere Leistung als VMWare View 4.0. Beim Vergleich der Performance und den Leistungen der mit den Protokollen verbundenen Funktionen stellt Citrix mit dem ICA ein leistungsfähiges Protokoll zur Übertragung der Daten in virtuellen Desktopumgebungen. PCoIP hat nach wie vor mit den Problemen der flüssigen Darstellung multimadialer Inhalte, insbesondere bei der Verwendung schmalbandiger Anbindungen zu kämpfen.

## 8.4 Der Offline Modus

Die GISA GmbH stellt mit ca. 500 Notebooks [vgl. Kapitel 1.2 auf Seite 2] einen großen Anteil mobiler Arbeitsstationen. Sollte die Desktop-Virtualisierung Einzug in das Rechenzentrum der GISA GmbH finden, gilt es, eine Technologie zu implementieren, die die virtuellen Desktops und damit die Vorteile der neuen Technologie auf den Laptops der Mitarbeiter realisieren kann.

### VMWare View 4.0 - Offline Modus

Die Desktop-Virtualisierungsumgebung View 4.0 von VMWare verspricht seit zwei Versionen die Implementierung des Offline-Modus für die virtuellen Desktops. Innerhalb einer LAN-Umgebung sind verschiedene Clients mit den virtuellen Maschinen und damit mit den virtuellen Desktops im Rechenzentrum verbunden. Anwendungen, Berechnungen und Änderungen von Daten werden komplett auf dem Server realisiert. Lediglich die Grafikinformationen und die Eingaben der Nutzer werden zwischen dem Arbeitsgerät im Büroraum und dem Rechenzentrum ausgetauscht.

Die Idee des Offline-Modus besteht nun darin, den virtuellen Desktop mitsamt der System-, Nutzer- und Anwendungsdaten für den Offline-Betrieb auf beispielsweise Laptops zur Verfügung zu stellen. Der Benutzer ist nicht mehr auf eine ständige Verbindung zum Rechenzentrum angewiesen, sondern kann auch ohne eine bestehende Netzverbindung zum Unternehmensnetzwerk mit seinem virtuellen Desktop arbeiten. Die Funktionsweise beruht auf der Übertragung des kompletten Systemabbildes inklusive aller Daten beim Ausloggen des Benutzers von der virtuellen Maschine. Bei der Abmeldung kann der Benutzer auswählen, den Desktop offline verfügbar zu machen. View 4.0 überträgt anschließend das gesamte Abbild vom View Connection Server auf das mobile Endgerät (siehe Abbildung 15 Schritt 1). Die innerhalb der Desktop-Virtualisierungsumgebung geltenden Sicherheitsbestimmungen (z.B. SSL-Verschlüsselung) bleiben dabei bestehen. Anschließend kann der Benutzer im gewohnten Stil mit seinem Desktop arbeiten (siehe Abbildung 15 Schritt 2). Alle Änderungen, die der Benutzer während der Offline-Arbeit an seinem Systemabbild vornimmt werden später mit den Daten des Rechenzentrums abgeglichen (siehe Abbildung 15 Schritt 3). Asynchrone Daten des Rechenzentrums werden durch die Übertragung der so genannten Delta-Daten auf den aktuellen Stand gebracht. Dadurch erspart sich View 4.0 die komplette Übertragung des Gesamtabbildes. Lediglich die Änderungen werden über die Netzwerkverbindung auf den Server im Rechenzentrum überspielt.

Auf diese Weise spart der Benutzer Bandbreite und soll laut VMWare auch schmalbandige Internetverbindungen zur Synchronisation mit dem Rechenzentrum nutzen können.

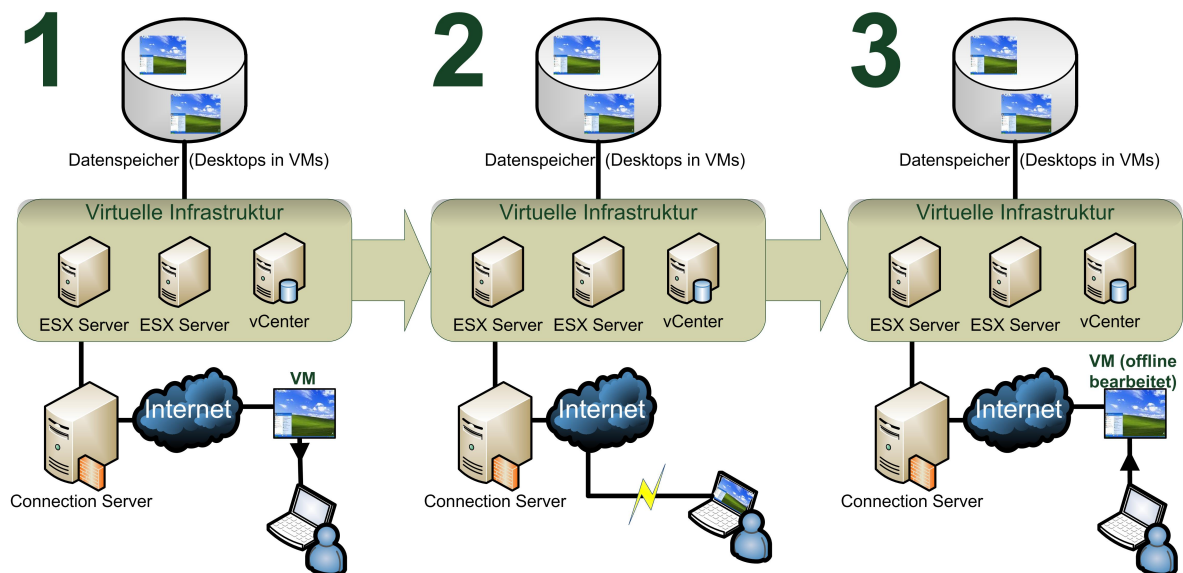


Abbildung 15: Schritte für das Offline Arbeiten mit View 4.0

Was sich in der Theorie durchaus praktisch anhört, ist in der aktuellen Version von VMWares View 4.0 noch immer in einem experimentellen Stadium und nicht für den Enterprise-Betrieb freigegeben. Laut dem Unternehmen soll der lokale Modus als sicherer Offline-Zugriff mit der Version 4.5 verfügbar werden [vgl. VMW10c].

### Citrix XenClient

Citrix brachte Ende September 2010 den XenClient in der finalen Version 1.0 heraus. Der XenClient ist eine vollwertige, eigenständige Software, die als clientbasierter Bare-Metal-Hypervisor Typ I auf der lokalen Hardware des Laptops installiert wird (siehe Abbildung 16). Mit Hilfe des Citrix Receiver, der Benutzeroberfläche für die lokale Administration für den Clienthypervisor von Citrix, ist es möglich, mehrere Betriebssysteme in einer jeweils eigenen lokalen virtuellen Maschine parallel auf dem Laptop zu betreiben. Benutzer eines Laptops können beispielsweise den privaten Desktop und den geschäftlichen Desktop vollkommen isoliert voneinander parallel auf ein und demselben Laptop nutzen. Die Daten der virtuellen Maschinen werden in exklusiven Speicherbereichen gehalten und getrennt verschlüsselt, um eine konsistente Umgebung für jede Benutzeroberfläche zu schaffen. Der XenClient verbietet jegliche Art des Zugriffs der

virtuellen Maschinen untereinander. So sind Copy -und Paste Vorgänge zwischen zwei unterschiedlichen Desktops unterbunden, um die Sicherheit der einzelnen Desktops zu erhöhen und sie komplett separiert voneinander betreiben zu können. Neben den virtuellen Maschinen für die einzelnen Desktop-Oberflächen enthält die Architektur des XenClient mit der Control Domain und der Service VM zwei virtuelle Maschinen für die Administration und Verwaltung der virtuellen Desktops.

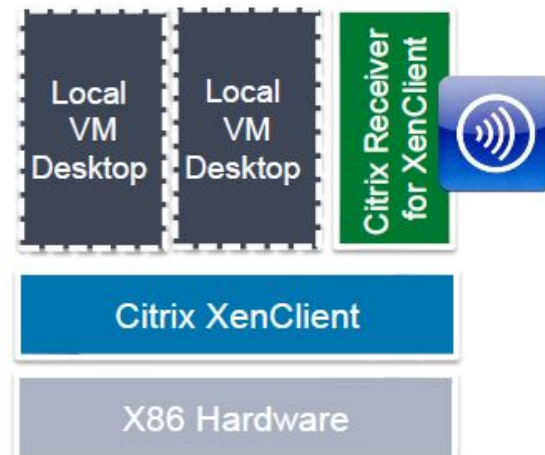


Abbildung 16: XenClient Architektur; Quelle: [vgl. Cit10d, S.6]

Mit Hilfe des XenServer Virtual Appliance als Synchronizer-Programm ist es möglich, die Desktops über eine HTTPS-Verbindung im Rechenzentrum zu speichern und automatische Backups der Änderungen auf dem Laptop zu sichern. Im Fehlerfall oder bei Datenverlust ist es so ebenfalls möglich, die Benutzerumgebung auf dem XenClient Gerät wiederherzustellen. Innerhalb der Administrationsumgebung des Clienthypervisor kann man verschiedene Einstellungen und Beschränkungen vornehmen und den Offline-Desktop so an die Bedürfnisse des Unternehmens anpassen. Durch den Hypervisor Typ I ist der direkte Zugriff der Virtualisierungssoftware auf die Hardware des Laptops möglich. Dadurch soll der XenClient HD-Videos und grafiklastige OpenGL- und DirectX-Anwendungen berechnen und wiedergeben können. Der XenClient stellt eine gute Erweiterung virtueller Desktops im Enterprise Bereich auf mobilen Arbeitsstationen dar. Ab der Enterprise Edition der XenDesktop-Virtualisierungsumgebung ist der XenClient automatisch enthalten. Auf eine genauere Betrachtung der Lizenzbestimmungen und tiefere technische Einblicke in die Funktionsweise des Client Hypervisor wird aus Gründen des Umfangs der vorliegenden Arbeit nicht eingegangen.

## 8.5 Support und Kooperationen

Beide Hersteller binden je Edition verschiedene Software Assurance Angebote als Support-Verbindlichkeit an ihre Produkte. Der Support stellt eine gute Grundlage für die Problemlösung und den Einstieg in die Desktop-Virtualisierung dar und geht mit der garantierten Unterstützung der jeweils aktuellen Produkte meist über mindestens ein Jahr einher. Zusätzlich stellen beide Hersteller in den jeweiligen Wissensdatenbanken eine Fülle an Informationen, FAQs, Anleitungen und Installationshinweise rund um ihre Produkte bereit [vgl. VMW10b] [vgl. Cit10a].

Die Virtualisierungsumgebungen XenDesktop und VMWare View werden durch umfassende Kooperation beider Firmen unterstützt. Sowohl Citrix, als auch VMWare pflegen enge Partnerschaften mit einer großen Anzahl an Hardwareherstellern wie HP, IGEL, Wyse, Dell usw. Diese Zusammenarbeit bringt Client-Geräte hervor, die für den Einsatz in virtuellen Desktop Infrastrukturen angepasst und konfiguriert sind. Citrix pflegt mit dem Desktop- Appliance-Partner-Programm eine Partnerschaft mit führenden Hardwareherstellern, um den Standard für Geräte mit virtuellen Desktops zu fördern. Der Einsatz passender Endgeräte soll durch vorgefertigte Desktop-Delivery- Konfigurationen auf den Clients für eine erleichterte Bereitstellung virtueller Desktops sorgen. Zudem gibt es eine intensive Zusammenarbeit zwischen Citrix und Microsoft im Bereich der virtuellen Desktopumgebung. Die v-Alliance [Cit10e] stellt dabei ein Konzept für VDI-Strukturen mit Hilfe gemeinsam wirkender Microsoft- und Citrix-Produkte dar und will einen günstigen und effizienten Einstieg in die VDI bieten. Das Konzept soll dabei besonders die Integration der Microsoft-Produkte App-V und System Center in Citrix' virtuelle Desktopumgebung fördern.

Auch VMWare investiert in ein umfangreiches Partnerprogramm. Das Partner-Netzwerk des Unternehmens umfasst eine Vielzahl verschiedener Hard- und Softwarehersteller, die View-verifizierte Clientgeräte entwickeln. Teradici's Zero-Clients implementieren beispielsweise View Elemente bereits in der Firmware, um den Einstieg in die Virtualisierung von Desktops mit Hilfe der View 4.0 Umgebung zu unterstützen. VMWare besitzt zudem eine der größten Communities im Bereich der Software-Entwicklung. Durch die Vielzahl an Anwendern der VMWare-Produkte können Benutzer im Problemfall nicht nur durch die gut ausgebaute Support-Abteilung des Unternehmens, sondern auch durch die riesige Community schnelle und kompetente Hilfe erwarten. Die Virtualisierungslösungen von VMWare stoßen auf eine hohe Akzeptanz und Zufriedenheit bei den Kunden.



## 9 Resümee

### 9.1 Chancen und Risiken der Desktop-Virtualisierung

Die Desktop-Virtualisierung hat vor allem mit dem großen Problem der Komplexität zu kämpfen. Je umfangreicher die Desktopstruktur wird und je mehr vorbeugende Maßnahmen gegen mögliche Ausfälle getroffen werden, um so unübersichtlicher und größer wird die Infrastruktur hinter den virtuellen Desktops. Die damit verbundene Verwaltung begründet eine Abhängigkeit von den Managementkonsolen der Anbieter. Um einen reibungslosen Ablauf realisieren zu können, müssen mehrere Komponenten ordnungsgemäß installiert und konfiguriert werden. Mit der Zahl der Komponenten wächst die Zahl der SPOF. Mit der Absicherung der Komponenten gehen Investitionen einher, die schnell in ungeahnte finanzielle Höhen steigen können. Nach anfänglich hohen Investitionen und der Einarbeitung in diverse Managementkonsolen und -umgebungen der virtuellen Desktops, kann die Desktop-Virtualisierung durchaus ihre Stärken ausspielen. Die virtuellen Desktops können einfach und schnell verteilt und administriert werden. In Verbindung zu virtuellen Applikationen kann eine ausgewogene virtuelle Umgebung geschaffen werden, die die Möglichkeit der Konsolidierung und damit der effizienteren Nutzung vorhandener Hardware ermöglicht.

## 9.2 Fazit VMWare und Citrix

VMWare gilt mit neunzigprozentiger Marktführerschaft als das führende Unternehmen im Bereich der Virtualisierung [vgl. itA09]. Beim Vergleich der Unternehmensstruktur beider Unternehmen fällt jedoch auf, dass sich Citrix schon lange nicht mehr hinter VMWare verstecken muss. Vor allem die breite Angebotspalette und die Unternehmensstrategie weg von einer „One-Product-Company“ deuten auch in Zukunft auf eine hohe Stabilität und Qualität der Produkte von Citrix hin.

Mit XenDesktop 4.0 und View 4.0 stellen Citrix und VMWare umfangreiche komplexe Softwarelösungen für die Realisierung von virtuellen Desktopumgebungen. Beide Produkte beinhalten eine Vielzahl an Features, die die Administration und die Konfiguration von virtuellen Desktops erleichtern und zentralisieren. Die Vielzahl der Produkte erschwert jedoch gleichzeitig auch den Überblick und die einfache Handhabung innerhalb der Verwaltung. Spielen vor allem Enterprise-Funktionalitäten eine große Rolle für den Kunden, können die verschiedenen Produkte innerhalb der Produktpalette zu Beginn sehr schnell verwirren und demotivieren. Hat man sich jedoch erst einmal in die Möglichkeiten und Funktionen der Software eingearbeitet, halten die Virtualisierungslösungen einige sinnvolle Funktionalitäten bereit. Während Citrix vor allem mit dem günstigen XenServer, der flexiblen Management Konsole, die mit Virtualisierungs-Plattformen mehrerer Anbieter arbeiten kann, und einem leistungsfähigen Übertragungsprotokoll, das auch die Anbindung an WAN-Umgebungen performant umsetzt, überzeugt, schafft es VMWare mit vSphere und VMWare View 4.0, eine umfangreiche Software für virtualisierte Desktops aus einem Guss bereitzustellen. Beide Hersteller verstehen es, virtuelle Desktops auf gemeinsamer Hardware zu realisieren, Daten und Benutzereinstellungen im Rechenzentrum zu zentralisieren und die IT-Infrastruktur somit entscheidend abzusichern.

## 9.3 Bedeutung für die GISA GmbH

Die Desktop-Virtualisierung insbesondere die virtuellen Desktop Infrastruktur kann trotz ihrer Komplexität eine gute Alternative innerhalb der IT-Infrastruktur des Unternehmens darstellen. Eine effiziente Mischung aus Terminaldiensten und virtuellen Desktops mit Hilfe einer der Softwarelösungen kann die Arbeit der Administratoren innerhalb der GISA GmbH erleichtern und verbessern.



Bei der Implementierung virtueller Desktops muss dabei auf jeden Fall auf die Nutzer eingegangen werden, da sie das Rückgrat für die Akzeptanz einer neuen Technologie im Rechenzentrum darstellen. Die virtuelle Desktop Infrastruktur hält Möglichkeiten bereit, die Anforderungen der GISA GmbH insbesondere in Bezug auf mobile Endgeräte und Szenarien wechselnder Arbeitsgeräte wie beispielsweise Flexible Office Arbeitsplätze, zu erfüllen. Auf Grundlage einer intensiven Auseinandersetzung mit den verschiedenen Nutzerarten innerhalb des Unternehmens kann eine gut strukturierte Kombination aus automatisch bereitgestellten Standarddesktops mit individuellen virtuellen Desktops eine gute Ergänzung im Rechenzentrum der GISA GmbH repräsentieren.

Eine günstige Zusammenstellung für eine funktionierende virtuelle Desktop Infrastruktur stellt nach Ansichten und Erfahrungen der vorliegenden Ausarbeitung eine geschickte Kombination aus Softwarelösungen der verschiedenen Hersteller dar. VMWare stellt mit vSphere ein sehr mächtiges Virtualisierungsgrundgerüst bereit, das viele sinnvolle und leistungsfähige Funktionen rund um die Überwachung, Steuerung und Absicherung virtueller Desktops integriert. Mit Hilfe des flexiblen Desktop Delivery Controllers von Citrix ist es möglich vSphere in Verbindung mit einer XenDesktop-Umgebung zu nutzen. XenDesktop kann im Bereich der Übertragungsperformance überzeugen. Viele Funktionalitäten der View 4.0 Umgebung können mit Hilfe günstiger Erweiterungen durch Dritthersteller und Partner von Citrix realisiert werden. Zudem stellt XenApp eine effiziente Möglichkeit bereit, virtuelle Anwendungen und Terminaldienste in Verbindung mit virtuellen Desktops arbeiten zu lassen.



## Literaturverzeichnis

- [Ahn09] AHNERT, Sven: *Virtuelle Maschinen mit VMware und Microsoft: Für Entwicklung, Schulung, Test und Produktion*. Pearson Education, 2009. – ISBN 9783827328052
- [Bal08] BALMES, Frank: *Servervirtualisierung - und konsolidierung im Rechenzentrumbetrieb*. 1. Auflage. GRIN Verlag, 2008. – ISBN 9783640122950
- [Bev] BEVERIDGE, Daniel: *VDI: A New Desktop Strategy-A Guide to Managing User Desktop Enviroments with Virtual Desktop Infrastructure*
- [BSK10] BSK SERVICE: *Die Technologie von Teradici*. 2010. URL <http://www.desktop-virtualisierung.info/>. – [Online; Stand 17. September 2010]
- [Bun10] BUNDESAMT FÜR SICHERHEIT IN DER INFORMATIONSTECHNIK: *B 3.40Y Virtualisierung*. 2010. URL [http://www.bsi.bund.de/cae/servlet/contentblob/938954/publicationFile/61336/baustein\\_virtualisierung\\_entwurf.pdf](http://www.bsi.bund.de/cae/servlet/contentblob/938954/publicationFile/61336/baustein_virtualisierung_entwurf.pdf). – [Online; Stand 27. August 2010]
- [Chr] CHRISTIAN KNERMANN, ITADMINISTRATOR MAGAZIN: *Arbeitsplatz im Netz, Citrix XenDesktop 4.0*
- [Cit10a] CITRIX: *Citrix Knowledge Base*. 2010. URL <http://support.citrix.com/>. – [Online; Stand 17. September 2010]
- [Cit10b] CITRIX: *Citrix Whitepaper Business Continuity mit virtuellen Desktops*. – [Online; Stand 20. Mai 2010]
- [Cit10c] CITRIX: *Webinar: Best Practices für den Aufbau einer optimalen Desktop-Virtualisierung*. 2010. URL <http://www.citrix.de/events/webinare/>

- kalender/downloads/webinar\_XD\_BestPractices\_22\_Oct\_2010.pdf. – [Online; Stand 22.Oktober 2010]
- [Cit10d] CITRIX: *Webinar: Mehr Flexibilität für mobile Benutzer - Client-Virtualisierung mit Citrix XenClient*. 2010. URL [http://www.citrix.de/events/webinare/kalender/downloads/XC\\_Webinar\\_10092010\\_V1.pdf](http://www.citrix.de/events/webinare/kalender/downloads/XC_Webinar_10092010_V1.pdf). – [Online; Stand 17.September 2010]
- [Cit10e] CITRIX, MICROSOFT: *Microsoft Citrix Desktop Virtualization*. 2010. URL [www.citrixandmicrosoft.com](http://www.citrixandmicrosoft.com). – [Online; Stand 06.Oktober 2010]
- [Com02] COMPUTERWOCHE: *TCO:Monster oder Sparschwein*. 2002. URL <http://www.computerwoche.de/index.cfm?pid=444&pk=528984>. – [Online; Stand 27.August 2010]
- [Com08] COMPUTERWOCHE: *FAQ zu Virtualisierung*. 2008. URL <http://wiki.computerwoche.de/doku.php/virtualisierung/faq-virtualisierung>. – [Online; Stand 19.Juli 2010]
- [Com09] COMPUTERWOCHE: *Desktop Virtualisierung - Die wichtigsten VDI Systeme im Überblick*. 2009. URL <http://www.computerwoche.de/hardware/data-center-server/1910387/>. – [Online; Stand 19.Juli 2010]
- [Com10] COMPUTERLEBEN.NET: *Unschärfe Schrift (Clear Type)*. 2010. URL [http://www.computerleben.net/artikel/Unschärfe\\_Schrift\\_Clear\\_Type-68.html](http://www.computerleben.net/artikel/Unschärfe_Schrift_Clear_Type-68.html). – [Online; Stand 17.September 2010]
- [Fis08] FISCHER, Thomas: *Xen: Von den Grundlagen bis zur Administration*. Galileo Press, 2008. – ISBN 9783836211185
- [GIS07] GISA GMBH: *Virtualisierungssicherheit GISA*. 2007
- [Gro] GRONWOLD, "Helmuth: *Virtualisierung von Betriebssystemen*. URL <http://cisa85.de/virtualisierung.pdf>. – [Online; Stand 20.Juli 2010]
- [Han] HANTELMANN, Fred: *Frisch zu Tisch, Vier Desktop-Virtualisierer im Vergleich - iX Special*. Heise Zeitschriften

- [itA09] ITADMINISTRATOR SONDERHEFT: *Virtualisierung, Aufbau und Betrieb virtueller IT-Infrastrukturen vom Rechenzentrum bis zum Client*
- [JK09] JOHN KELBLEY, Allen S. Mike Sterling S. Mike Sterling: *Windows Server 2008 Hyper-V: Insiders Guide to Microsoft's Hypervisor*. John Wiley and Sons, 2009. – ISBN 9780470440964
- [Lam09] LAMPE, Frank: *Green-it, Virtualisierung und Thin Clients: Mit neuen IT-technologien Energieeffizienz erreichen, die Umwelt schonen und Kosten sparen*. 1. Auflage. Vieweg+Teubner Verlag, 2009. – ISBN 3834806870
- [Mic10a] MICROSOFT: *Systemanforderungen für Windows 7*. 2010. URL <http://windows.microsoft.com/de-DE/windows7/products/system-requirements>. – [Online; Stand 20.Oktober 2010]
- [Mic10b] MICROSOFT: *Virtual Hard Disk Performance Whitepaper*. 2010. URL [http://download.microsoft.com/download/0/7/7/0778C0BB-5281-4390-92CD-EC138A18F2F9/WS08\\_R2\\_VHD\\_Performance\\_WhitePaper.docx](http://download.microsoft.com/download/0/7/7/0778C0BB-5281-4390-92CD-EC138A18F2F9/WS08_R2_VHD_Performance_WhitePaper.docx). – [Online; Stand 21.Oktober 2010]
- [Mie] MIERCOM: *Product Comparison XenDesktop 4 vs. View 4*. URL [www.miercom.com/dl.html?fid=20100207&type=report](http://www.miercom.com/dl.html?fid=20100207&type=report)
- [Reu07] REUNER, Dr.Thomas: *Viewpoint Details*. November 2007
- [Ron09] RONGEN, Michael: *Zentralisierung von Benutzer-IT-Systemen durch Server-Based-Computing und Desktopvirtualisierung(vdi): Alternativen, Anwendungsfälle und Wirtschaftlichkeit*. 1. Auflage. GRIN Verlag, 2009. – ISBN 3640425103
- [RSE08] RUNGE, Roland ; STURM, Christian ; EBEL, Nadin ; GROH, Joachim ; WISSKIRSCHEN, Stefan ; HÖLLER, Oliver: *VMWare Infrastructure 3 im Business Umfeld: Virtualisierung von mittleren und grossen Umgebungen mit VMWare ESX 3.5 und ESXi 3.5*. 1. Auflage. Pearson Education, 2008. – ISBN 9783827326980
- [Sav10] SAVELAN: *VMWare vSphere 4*. 2010. URL <http://www.savelan.com>. – [Online; Stand 16.Juli 2010]

- [Spr10a] SPRUIJT, Ruben: *Vdi and Storage Deep Impact*. 2010. URL <http://www.brianmadden.com/blogs/rubenspruijt/archive/2010/05/02/vdi-and-storage-deep-impact.aspx>. – [Online; Stand 27.Juli 2010]
- [Spr10b] SPRUIJT, Ruben: *VDI Smackdown*
- [Swi10] SWISSITMAGAZINE: *Virtualisierung ja, Cloud Computing nein*. 2010. URL <http://www.swissitmagazine.ch/it-management/virtualisierung/articles/254049>. – [Online; Stand 23.Juni 2010]
- [T-S10] T-SYSTEMS: *White Paper Desktop Virtualisierung - Die Zukunft des Unternehmensdesktops*. 2010. URL [http://whitepaper.computerwoche.de/files/smfiledate/4/2/5/2/640998\\_WhitePaper\\_Desktop-Virtualisierung-ps3381.pdf](http://whitepaper.computerwoche.de/files/smfiledate/4/2/5/2/640998_WhitePaper_Desktop-Virtualisierung-ps3381.pdf). – [Online; Stand 21. Mai 2010]
- [Thi10] THINPRINT: *Wir virtualisieren Drucker für Ihre XenDesktop Umgebung!* 2010. URL [http://www.adn.de/shop/doclib/ThinPrint\\_XenDesktop.pdf](http://www.adn.de/shop/doclib/ThinPrint_XenDesktop.pdf). – [Online; Stand 18. September 2010]
- [VMW74] VMWARE: *Handbuch zur vSphere-Ressourcenverwaltung*. 1974. URL [http://www.vmware.com/files/de/pdf/vsp\\_40\\_resource\\_mgmt\\_de.pdf](http://www.vmware.com/files/de/pdf/vsp_40_resource_mgmt_de.pdf). – [Online; Stand 18. August 2010]
- [VMW10a] VMWARE: *FAQ: Licensing and Upgrading VMware View 4*. 2010. URL [http://kb.vmware.com/selfservice/microsites/search.do?language=en\\_US&cmd=displayKC&externalId=1015591](http://kb.vmware.com/selfservice/microsites/search.do?language=en_US&cmd=displayKC&externalId=1015591). – [Online; Stand 08.Oktober 2010]
- [VMW10b] VMWARE: *VMWare Knowledge Base*. 2010. URL <http://kb.vmware.com/selfservice/microsites/microsite.do>. – [Online; Stand 18.Sep-tember 2010]
- [VMW10c] VMWARE: *VMWare View 4 - Built for desktops*. 2010. URL <http://www.vmware.com/files/pdf/VMware-View-4-DS-EN.pdf>. – [Online; Stand 18. September 2010]
- [VMW10d] VMWARE: *VMWare View Administration Guide*. 2010. URL <http://www.vmware.com/files/de/pdf/support/>

- VMware-view45-administration-guide\_PG\_DE\_05.pdf. – [Online; Stand 14.September 2010]
- [VMW10e] VMWARE: *VMWare vSphere Hypervisor*. 2010. URL <http://www.vmware.com/de/products/vsphere-hypervisor/>. – [Online; Stand 14.September 2010]
- [Wag08] WAGNER, David: *What is User Profile Manager? How does it work?* 2008. URL <http://community.citrix.com/pages/viewpage.action?pageId=33587458>. – [Online; Stand 14.September 2010]
- [Wer10] WERNER VEITH: *CA-World-Interview: Cloud-Computing ist nicht Virtualisierung*. 2010. URL <http://www.networkcomputing.de/netzwerk/datacenter-infrastruktur/artikel-83156.html>. – [Online; Stand 23.Juni 2010]
- [Wik10a] WIKIPEDIA: *Bladeserver*. 2010. URL <http://de.wikipedia.org/wiki/Bladeserver>. – [Online; Stand 24.August 2010]
- [Wik10b] WIKIPEDIA: *SecureID*. 2010. URL <http://de.wikipedia.org/wiki/SecurID>. – [Online; Stand 17.September 2010]
- [Wik10c] WIKIPEDIA: *x86-Prozessor*. 2010. URL <http://de.wikipedia.org/wiki/x86-Prozessor>. – [Online; Stand 27.August 2010]
- [Xu09] XU, Jingli: *Virtualisierung als Möglichkeit der Optimierung des IT-Managements*. 2009
- [Yel09] YELLOW BRICKS: *IOPS?* 2009. URL <http://www.yellow-bricks.com/2009/12/23/iops/>. – [Online; Stand 02.August 2010]
- [ZDN06] ZDNET: *VMWare View 4*. 2006. URL <http://www.zdnet.com/blog/ou/how-higher-rpm-hard-drives-rip-you-off/322>. – [Online; Stand 02.August 2010]





# Glossar

**Average Latency**

Zugriffzeit, die der Sektor der Festplatte benötigt, um sich in Position unter dem Lese/Schreibkopf zu bringen

**Average Seek Time**

Zeit, bis der Lese- bzw. Schreibkopf der Festplatte sich über dem zu lesendem Segment positioniert hat

**CCU**

Concurrent Users Lizenzmodell, Desktops werden nach der gleichzeitigen Benutzung von aktiven virtuellen Desktops lizenziert

**Disaster Recovery**

Bezeichnet Maßnahmen, die für Notfallwiederherstellung eingeleitet werden, [vgl. Cit10b, S.2 Kontinuitätsstrategien in der IT]

**Green-IT**

Massnahmen zur Senkung der umweltbelastenden Effekte einer umfangreichen IT-Landschaft (Stromverbrauch, CO2 Emission)

**Hypervisor**

Software zur Ausführung und Kontrolle virtueller Maschinen

**IP**

Internet Protocol - Netzwerkprotokoll und Grundlage des Internets, erste Schicht der Internetprotokollfamilie.

**Latenzen**

Bei der Latenz handelt es sich um ein Zeitintervall vom Ende eines Ereignisses

bis zur Reaktion auf dieses Ereignis, im Allgemeinen wird die Latenz auch als Verzögerungszeit bezeichnet

**Live Migration**

Unter Live Migration versteht man die Möglichkeit, eine virtuelle Maschine zur Laufzeit auf einen anderen physischen Server zu verschieben. Dadurch entstehen Möglichkeiten zur besseren Verwaltung und Sicherung von virtuellen Umgebungen (Datenrettung, Lastverteilung)

**Overhead**

Als Overhead werden in der Elektronischen Datenverarbeitung die Pakete und Paketeile bezeichnet, welche Verwaltungsdaten, also Daten für die Speicherung und Übermittlung von Zusatzinformationen, enthalten

**promiscuous mode**

Empfangsmodus für ein Netzwerkinterface, dass alle im Netz übertragenen Daten empfängt

**Provisioning**

Zuweisung von bestimmten Ressourcen an eine bestimmte Person zu einer bestimmten Zeit

**RSA**

RSA Security, IT-Sicherheitsunternehmen mit Sitz in Bedford, Massachusetts

**Software Assurance**

Wartungsangebote durch den Hersteller, Produkte zur Unterstützung der Kunden mit dem erworbenen Produkt (Trainingsangebote, Support, Zugang zu Upgrades etc.)

**TCP**

Transmission Control Protocol - Übertragungssteuerprotokoll, legt fest auf welche Art Daten in einem Netzwerk zwischen zwei oder mehr PCs ausgetauscht werden.

**WinFrame**

Client-Server Software Produkt der Firma Citrix aus dem Jahre 2000, zur Bereitstellung von Anwendungen und Daten auf einem Server an angeschlossene Computer Clients

## Anlagenverzeichnis

Anlage A: Editionsvergleich XenDesktop . . . . .	103
Anlage B: TCO Komponenten der VDI . . . . .	104



## Anlage A: Editionsvergleich XenDesktop

Produkt Komponenten	Express	VDI	Enterprise	Platinum
Desktop Delivery Controller	✓	✓	✓	✓
XenServer	✓	✓	✓	✓
XenServer Enterprise	✗	✓	✓	✓
Provisioning Services	✗	✓	✓	✓
XenClient Offline Desktops	✗	✗	✓	✓
StorageLink	✗	✓	✓	✓
Workflow Studio	✗	✓	✓	✓
EasyCall	✗	✓	✓	✓
Profil Management	✗	✓	✓	✓
XenApp Enterprise	✗	✗	✓	✗
XenApp Platinum	✗	✗	✗	✓
Access Gateway Universal Lizenz	✗	✗	✗	✓
EdgeSight Monitoring Software	✗	✗	✗	✓
Repeater Client Lizenz	✗	✗	✗	✓
Password Manager	✗	✗	✗	✓

Tabelle 10: Komponentenübersicht XenDesktop, Quelle: Citrix Licensing FAQ

## Anlage B: TCO Komponenten der VDI

Die Kosten setzen sich aus mehreren Posten direkter und indirekter Aufwände zusammen. Die Hard- und Softwarekosten sind ein fest vorhersehbarer Bestandteil, der sich je nach Einsatzart und Größe der VDI-Struktur dimensioniert. Je komplexer und aufwändiger die virtuelle Infrastruktur, desto mehr Kostenpunkte ergeben sich bei der Betrachtung der Hard- und Software. Die Kosten während des operativen Betriebes sind dagegen sehr schwierig zu kalkulieren.

TCO Komponenten virtueller Desktop Infrastrukturen				
Direkte Kosten			Indirekte Kosten	
Hardware- und Softwarekosten	Kosten operativer Betrieb	Verwaltungskosten	Aufwendungen Endanwender	Ausfallzeiten
Software für Virtualisierungs Backend	Planung	Schulung IT-Mitarbeiter	Schulungen	Geplante Ausfallzeiten
Software VDI Umgebung (CB)	Implementierung	Prozessmanagement	Selbsthilfe	Ungeplante Ausfallzeiten
Lizenzen für OS und VDI-Software	technische Unterstützung		Fremdhilfe	
Software für Zusatzfunktionen und Optimierung	Administration User		Anpassung Nutzerwünsche	
Software Assurance der Hersteller	Administration Anwendungen			
Servertechnik	Helpdesk zur externen Unterstützung			
Netzwerktechnik	Recovery- und Backupmethoden			
Storagetechnik	Stromverbrauch			
Servertechnik	Kühlungs- und Sicherheitssystem im RZ			

Tabelle 11: mögliche Kosten innerhalb einer VDI-Umgebung; [vgl. Xu09, S.88]

## Hinweise

Sämtliche in diesem Werk abgedruckten Bildschirmabzüge unterliegen dem Urheberrecht der jeweiligen Programmautoren.

Die in dieser Arbeit wiedergegebenen Gebrauchsnamen, Handelsmarken, Warenbezeichnungen usw. können auch ohne besondere Kennzeichnung Marken sein und als solche den gesetzlichen Bestimmungen unterliegen.

## Selbstständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Zuhilfenahme unzulässiger Hilfsmittel angefertigt zu haben. Wörtliche oder dem Sinne nach übernommene Ausführungen sind gekennzeichnet, sodass Missverständnisse über die geistige Urheberschaft ausgeschlossen sind. Diese Arbeit war bisher noch nicht Bestandteil einer Studien- oder Prüfungsleistung in gleicher oder ähnlicher Fassung.

Leipzig, den 25. Oktober 2010

.....  
(Unterschrift)